

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-026405

(43)Date of publication of application : 30.01.2001

(51)Int.Cl. C01B 13/11  
 B01F 1/00  
 C02F 1/28  
 C02F 1/50  
 C02F 1/78  
 C02F 9/00  
 H01T 23/00

(21)Application number : 11-198036

(71)Applicant : TOSHIBA FA SYST ENG CORP  
 TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 12.07.1999

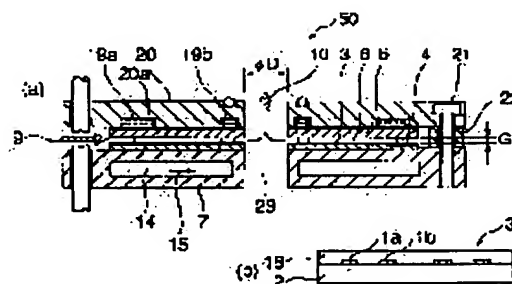
(72)Inventor : ANDO SUEO  
 KAWAGUCHI SHIGERU  
 OGURA YASUHIRO  
 MURATA TAKAAKI  
 INABA MICHIIKO  
 YAMANASHI ICHIRO  
 OKITA YUJI

## (54) OZONE GENERATING UNIT, OZONE GENERATING DEVICE AND OZONE TREATING SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To hold an electrode substrate and a gas guide in an ozone generating unit without damaging them.

SOLUTION: The ozone generating unit 50 is provided with the electrode substrate 3 having a dielectric 2 and a pair of electrodes 1a, 1b provided on the dielectric 2, the gas guide 5 provided on the electrode substrate 3 through a spacing chip 4 and a cooling body 7 in contact with the electrode substrate 3. A holding plate 20 is arranged through elastic bodies 19a, 19b on the surface of the gas guide 5 opposite to the electrode substrate 3. The cooling body 7 and the holding plate 20 are connected to each other with a bolt 21 on the outer periphery of the electrode substrate 3 and the gas guide 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-26405

(P2001-26405A)

(43) 公開日 平成13年1月30日 (2001.1.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
C 0 1 B 13/11		C 0 1 B 13/11	M 4 D 0 2 4
			D 4 D 0 5 0
B 0 1 F 1/00		B 0 1 F 1/00	A 4 G 0 3 5
C 0 2 F 1/28		C 0 2 F 1/28	D 4 G 0 4 2
1/50	5 1 0	1/50	5 1 0 A
審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 23 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-198036

(22) 出願日 平成11年7月12日 (1999.7.12)

(71) 出願人 000220996

東芝エフエーシステムエンジニアリング株式会社

東京都府中市晴見町2丁目24番地の1

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 安 藤 末 雄

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株式会社東芝浜川崎工場内

(74) 代理人 100064285

弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

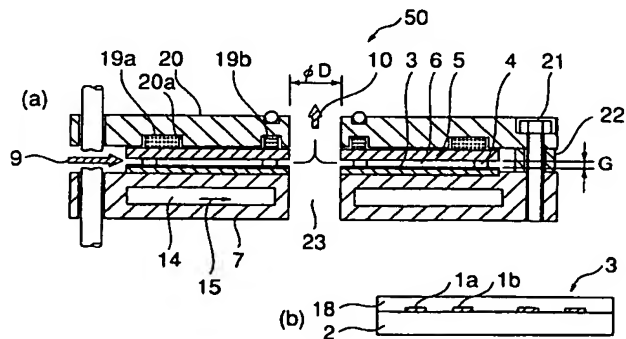
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オゾン発生ユニット、オゾン発生装置およびオゾン処理システム

## (57) 【要約】

【課題】 オゾン発生ユニットの電極基板およびガスガイドを破損させることなく保持する。

【解決手段】 オゾン発生ユニット50は誘電体2と、この誘電体2に設けられた一対の電極1a、1bとを有する電極基板3と、電極基板3に間隔片4を介して設けられたガスガイド5と、電極基板3に接触する冷却体7とを備えている。ガスガイド5の電極基板3と反対側の面に弾性体19a、19bを介して保持板20が配置されている。冷却体7と保持板20は、電極基板3およびガスガイド5の外周においてボルト21により連結されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】誘電体と、この誘電体の一方の面に一定間隔で配置されて沿面電極を形成する少なくとも一対の電極を有する電極基板と、

電極基板の電極側に、ガスが供給される放電空間を形成するため間隔片を介して設けられたガスガイドと、  
電極基板の電極と反対側の面に設けられた冷却水室を有する冷却体とを備え、  
ガスガイドの電極基板と反対側の面に弾性体を介して保持板を配置し、冷却体と保持体を電極基板およびガスガイドの外方において締結手段により締結したことを特徴とするオゾン発生ユニット。

【請求項 2】冷却水室を有する冷却体と、  
冷却体の両面に設けられ、誘電体と、この誘電体の一方の面に一定間隔で配置されて沿面電極を形成する少なくとも一対の電極を有する一対の電極基板と、  
各電極基板の電極側に、ガスが供給される放電空間を形成するため間隔片を介して設けられたガスガイドと、  
各ガスガイドの電極基板と反対側の面に弾性体を介して配置された保持板と、  
を備えたことを特徴とするオゾン発生ユニット。

【請求項 3】一対の保持板を冷却体、一対のガスガイドおよび一対の電極基板の外方において締結手段により締結したことを特徴とする請求項 2 記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 4】一対の保持板および冷却体を、一対のガスガイドおよび一対の電極基板の外方において締結手段により締結したことを特徴とする請求項 2 記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 5】電極基板およびガスガイドの外周にオゾン排出空間を設け、保持板にオゾン排出空間に連通するオゾン排出孔を設けたことを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 6】冷却体の電極基板側の面に電極基板の形状に合わせて凹部が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 7】間隔片は耐オゾン性の金属からなることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 8】間隔片は耐紫外線および耐オゾン性の絶縁材からなることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか記載のオゾン発生装置。

【請求項 9】請求項 1 記載のオゾン発生ユニットを複数個積層してなり、各オゾン発生ユニットの保持板を締結手段により締結したことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項 10】請求項 2 記載のオゾン発生ユニットを複数個積層してなり、各オゾン発生ユニットの保持板を締結手段により締結したことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項 11】両端のオゾン発生ユニットの保持板が支

柱により保持され、オゾン発生ユニットおよび支柱が圧力容器内に配置され、圧力容器内から外方に向けて摺動ガイドが設けられ、支柱は摺動ガイド上を摺動することを特徴とする請求項 9 または 10 のいずれか記載のオゾン発生装置。

【請求項 12】各沿面放電オゾン発生ユニット間に、冷却水室を有する冷却体と、冷却体の両面に設けられ、誘電体と、この誘電体の一方の面に一定間隔で配置されて沿面電極を形成する少なくとも一対の電極を有する一対の電極基板と、各電極基板の電極側に、ガスが供給される放電空間を形成するため間隔片を介して設けられたガスガイドとを配設したことを特徴とする請求項 10 記載のオゾン発生装置。

【請求項 13】請求項 1 または 2 のいずれか記載の沿面放電オゾン発生ユニットと、紫外線照射装置と、過酸化水素製造装置と、触媒分解装置と、放射線発生装置と、超音波発生装置とから選ばれた少なくとも 1 種とを備えたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項 14】原料の酸素を含む気体を供給する気体供給装置と、気体中の水分あるいは酸素以外の気体成分を吸着する吸着装置と、発生したオゾン水をあるいは気体の少なくとも 1 種に接触させる接触装置とを更に備えたことを特徴とする請求項 13 記載のオゾン発生装置。

【請求項 15】請求項 13 記載のオゾン発生装置と、活性炭を含む活性炭ろ過槽と、ろ過槽と、膜ろ過装置のうち少なくとも 1 種からなる浄化装置とを備え、オゾンに接触させたオゾン処理水もしくはオゾン処理気体を、浄化装置に通過させるかあるいは、この浄化装置を通過させた水もしくは気体に接触させることを特徴とするオゾン処理システム。

【請求項 16】電極基板は一つの冷却体に対して複数設置されていることを特徴とする請求項 1 記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 17】複数の電極基板間に、冷却体と、ガスガイドと、保持板を貫通して延びるオゾン排出空間を設けたことを特徴とする請求項 16 記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 18】冷却水室を有する少なくとも一対の冷却体と、

各冷却体の隣接する冷却体に対向する面に設けられ、誘電体と、この誘電体の一方の面に一定間隔で配置されて沿面電極を形成する少なくとも一対の電極を有する電極基板と、  
各冷却体間に配置された間隔片と、  
を備えたことを特徴とするオゾン発生ユニット。

【請求項 19】各冷却体を電極基板の外方において、締結手段により締結したことを特徴とする請求項 18 記載のオゾン発生ユニット。

【請求項 20】電極基板は一つの冷却体に対して複数設置されていることを特徴とする請求項 18 記載のオゾン

発生ユニット。

【請求項 21】複数の電極基板間に、各冷却体を貫通して延びるオゾン排出空間を設けたことを特徴とする請求項 20 記載のオゾン発生ユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は沿面放電により空気や酸素等の原料ガスからオゾンを発生させるオゾン発生ユニット、オゾン発生装置およびオゾン発生装置を用いたオゾン処理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から上下水道の殺菌・脱臭・脱色、工業排水処理の脱臭・脱色、パルプ漂白、および医療機器の殺菌等を行うためオゾンが用いられているが、このようなオゾンを発生させる手段としてオゾン発生ユニットと、オゾン発生ユニットに周辺機器を具備したオゾン発生装置が設けられている。特に、近年、水源の汚濁に伴う富栄養化に基づく水問題、難分解性物質の混入が懸念され、たとえば、2-メチルイソボルネオール、ジオスミン等に関わる臭気成分、トリハロメタンやトリクロエチレン等の揮発性有機塩素化合物、抱水クロラール等の非揮発性物質による水道水汚染に象徴される微量レベルの有機物に対処しなければならないケースが増え、オゾンを用いた高度な処理が求められるようになっている。

【0003】上述したような用途に用いられるオゾン発生ユニットには対向電極間で無声放電させオゾンを発生させるものと、沿面電極間で沿面放電させオゾンを発生させるものが一般的である。

【0004】図 33 は一般的な対向電極で無声放電させるオゾン発生ユニットの放電部の構成を示す概念図である。図 33 において、対向して配置された 2 個の電極 101a、101b 間に誘電体 102a、102b が設置され、該誘電体 102a、102b の間に放電空間 103 が形成される。原料ガス 104 を放電空間 103 に供給し、前記電極 101a、101b 間に電源 106 から高電圧を印加して無声放電させ、オゾン 105 を発生させている。この種のオゾン発生器は、その性能が前記放電空間 103 の放電ギャップ G' に大きく影響され、特に、短ギャップ化するとき、製造上の寸法管理および誤差管理に困難が予想され、性能上の不安定さが指摘されている。

【0005】近時は放電空間のギャップ管理の容易さ、高効率化の観点から沿面放電オゾン発生ユニットが用いられることが多くなっている。

【0006】図 31 は一般的な沿面放電オゾン発生ユニットの放電部の構成を示す平面構成図である。また、図 32 は図 31 の断面構成図である。図 31 および図 32 に示すように、この種の沿面放電オゾン発生ユニットはガラスあるいはセラミックスなどから成る誘電体 2 の一

方の面に一対の線状導電電極 1a、1b をスクリーン印刷などにより一定の間隔で配設して沿面電極 1 を形成した電極基板 3 を有している。この電極基板 3 の沿面電極 1 側に間隔片 4 を介してガスガイド 5 を設けて放電空間 6 が形成され、電極基板 3 の沿面電極 1 を形成していない誘電体 2 の面が冷却体 7 に接触している。ここで、誘電体 2 に配設された一対の線状導電電極 1a、1b の表面には、誘電材 18 が被覆され、線状導電電極 1a、1b の端部それぞれに高電圧を印加するための給電部 8a、8b が設けられている。なお、給電部 8a、8b の表面には誘電材 18 が被覆されていない。また、ガスガイド 5 には原料ガス 9 の供給口 11 とオゾン 10 の排出口 12 が設けられている。さらに、間隔片 4 は沿面電極 1 の外周に配置されており、放電空間 6 を形成すると共にオゾン 10 が排出口 12 以外からの排出を防止するためのガスシールの機能を有している。

【0007】このように構成された沿面放電オゾン発生ユニットにおいては、給電部 8a、8b 間に電源 13 から高電圧を印加し、沿面電極 1 で沿面放電せしめることによって、供給口 11 から供給される原料ガス 9 が放電空間 6 を通過するときオゾン 10 となり、このオゾン 10 を排出口 12 から取り出すことができる。

【0008】このとき、放電により発生する熱を冷却するため、冷却体 7 の内部に設けられた冷却水室 14 に冷却水 15 を所定の流量で入り口ポート 16 から供給し、出口ポート 17 から排出している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来の沿面放電オゾン発生ユニットにおいては、まずオゾン発生ユニットを構成する電極基板 3、間隔片 4、ガスガイド 5 および冷却体 7 相互の保持固定が難しく、たとえば、電極基板 3 あるいはガスガイド 5 をボルトなどで直接締結し保持固定しようとする誘電体であるため破損する可能性がある。

【0010】また、1つのオゾン発生ユニットに対して1つの放電空間 6 を有する構成のためコンパクト化が困難で、特にオゾン発生容量向上のため積層スタック構造を採用する場合、オゾン発生装置が大型化する。さらに原料ガス 9 の供給およびオゾン 10 の排出取り出し構造が非常に複雑となるため、部品点数の増大、組立工数の増大などコストアップの要因となっている。

【0011】さらに、放電空間 6 を形成している間隔片 4 は原料ガス 9 およびオゾン 10 のガスシール機能も有しているため、ギャップ G' の寸法が不均一で通過する原料ガス 9 およびオゾン 10 の流速にアンバランスが生じ、沿面放電によるオゾン発生が不安定となる可能性がある。

【0012】また、冷却体 7 の製作精度が悪いと電極基板 3 と冷却体 7 の接触面で均一的に全面密着せず、放電により発生する熱の冷却効率が悪化して放電特性に悪影

響を及ぼすためオゾン発生が不安定となる可能性がある。

【0013】さらに、冷却体7は平板形で内部に冷却水室14が設けられているために、電極基板3との接触面の剛性が弱く、冷却水15の流れにより入り口ポート16と出口ポート17間で圧力差が生じて電極基板3との接触面が変形することがある。この場合は上述と同様に電極基板3と冷却体7の接触面で均一的に全面密着せず、放電により発生する熱の冷却効率が悪化して放電特性に悪影響を及ぼすため、オゾン発生が不安定となる。

【0014】さらに、オゾンを用いた上下水処理、工業排水処理、パルプ漂白処理および医療機器あるいは食品の殺菌処理などにはオゾン発生ユニットに周辺機器を含めた付加価値の高いオゾン発生装置と高度なオゾン処理システムの構築が求められている。

【0015】本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、装置のコンパクト化と小型で大容量化を図り、かつ、メンテナンス性の向上およびコスト低減を達成することのでき、高濃度で高効率で、かつ安定性の高い沿面放電オゾン発生ユニットを提供し、さらに、付加価値の高いオゾン発生装置を提供し、また高度なオゾン処理システムを提供することを目的とする。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、誘電体と、この誘電体の一方の面に一定間隔で配置されて沿面電極を形成する少なくとも一対の電極を有する電極基板と、電極基板の電極側に、ガスが供給される放電空間を形成するため間隔片を介して設けられたガスガイドと、電極基板の電極と反対側の面に設けられた冷却水室を有する冷却体とを備え、ガスガイドの電極基板と反対側の面に弾性体を介して保持板を配置し、冷却体と保持体を電極基板およびガスガイドの外方において締結手段により締結したことを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0017】上記のような構成によれば、電極基板、間隔片、ガスガイドを間接的に保持固定することができ、冷却体および保持板と共に簡便で容易に一体のオゾン発生ユニットが構成できる。

【0018】また本発明は、冷却水室を有する冷却体と、冷却体の両面に設けられ、誘電体と、この誘電体の一方の面に一定間隔で配置されて沿面電極を形成する少なくとも一対の電極を有する一対の電極基板と、各電極基板の電極側に、ガスが供給される放電空間を形成するため間隔片を介して設けられたガスガイドと、各ガスガイドの電極基板と反対側の面に弾性体を介して配置された保持板と、を備えたことを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0019】上記のような構成によれば、冷却体に対して放電空間を有効に配置することができ、効率的でコンパクトな構成が可能である。

【0020】本発明は、一対の保持板を冷却体、一対の

ガスガイドおよび一対の電極基板の外方において締結手段により締結したことを特徴とする請求項2記載のオゾン発生ユニットである。

【0021】上記のような構成によれば、電極基板、間隔片、ガスガイドを間接的に保持固定することができ、冷却体および保持板と共に簡便で容易に一体のオゾン発生ユニットが構成できる。

【0022】本発明は、一対の保持板および冷却体を、一対のガスガイドおよび一対の電極基板の外方において締結手段により締結したことを特徴とする請求項2記載のオゾン発生ユニットである。

【0023】上記のような構成によれば、電極基板、間隔片、ガスガイドを間接的に保持固定することができ、冷却体および保持板と共に簡便で容易に一体のオゾン発生ユニットが構成できる。

【0024】またオゾン発生ユニットを構成する冷却体と電極基板とガスガイドおよび保持板の中心部に円柱状のオゾン排出空間を設け、前記放電空間へのガス供給をオゾン発生ユニットの外周全面から取り込み、沿面放電によって得られるオゾンを該オゾン排出空間に排出できるようにしてもよい。

【0025】上記のような構成によれば、この場合原料ガス供給のための構成品が必要なく、また、オゾンの排出回収構成が容易で簡素化することができる。

【0026】また、前記オゾン発生ユニットの中心部に設けられた円柱状のオゾン排出空間の近傍のガスガイドと保持板の間を耐オゾン性のシール材でガスシールしてもよい。

【0027】上記のような構成によれば、この場合、オゾンはオゾン発生ユニット外に漏れることはなく、オゾン発生ユニットの中心部のオゾン排出空間から容易にオゾンを回収することができる。

【0028】また、オゾン発生ユニットを構成する放電空間に一面方向からガス供給し、ガス供給面と反対側の保持板端部に角柱状のオゾン排出空間とオゾン排出孔を設け、前記放電空間へのガス供給をオゾン発生ユニットの一面方向から取り込み、沿面放電によって得られるオゾンを該オゾン排出空間に排出してもよい。

【0029】上記のような構成によれば、原料ガス供給のための構成品が必要なく、また、オゾンの排出回収構成が容易で簡素化することができる。また、放電空間を通過する原料ガスの流速を一定とすることが容易で、沿面放電を安定させることができる。

【0030】保持板によって一体化されたオゾン発生ユニットを複数個積層し、複数本の貫通スタッドを取付、積層された複数個のオゾン発生ユニットの両端部を締結手段により締め付けによりスタック構成としてもよい。

【0031】上記のような構成によれば、オゾン発生ユニットをスタック化することで、オゾン発生器の大容量化が容易でコンパクトに構成できると共に、各オゾン発

生ユニットのオゾン排出空間が連続された共有な空間として形成されるため、オゾンの排出回収が容易で構成部品を簡素化することができる。また、オゾン発生ユニットは単体として共通化および標準化が可能となる。

【0032】一体にスタック化されたオゾン発生ユニットの放電空間にガスが供給され沿面放電によって得られるオゾンが円柱状のオゾン排出空間に排出されるとき、放電空間数を $n$ とし、放電空間のギャップを $G$ とし、円柱状オゾン排出空間の開口直径を $D$ とし、オゾンが放電空間からオゾン排出空間に出る部分の開口面積の総計を $A1$ とし、オゾン排出空間の開口面積を $A2$ としたときに下式の関係を満足するようにしてもよい。

【0033】

$$A1 = n \times \pi \times D \times G$$

$$A2 = \pi \times (D/2)^2$$

$$\alpha = (A2/A1) \geq 2 \quad \alpha: \text{オゾン排出空間比率}$$

上記のような構成によれば、オゾンが放電空間から円柱状のオゾン排出空間に排出される部分の総計面積とオゾン排出空間の開口面積比が設定され、オゾンが共有空間を流れるときの圧力損失を低減させて、各オゾン発生ユニットのオゾンが放電空間からオゾン排出空間に出る部分で圧力差を極力抑えることができる。このため、各オゾン発生ユニットの放電空間を通過するガス流速をほぼ一定とすることができる。

【0034】一体にスタック化されたオゾン発生ユニット相互間にそれぞれ耐オゾン性のオーリングを挿入し、ガスシールしてもよい。

【0035】上記のような構成によれば、原料ガスおよびオゾンが放電空間およびオゾン排出空間から漏れることなく、オゾンを効率良く回収することができる。

【0036】一体にスタック化されたオゾン発生ユニットの貫通スタッドと両端の締付手段の締め付け力を $P1$ とし、貫通スタッドの本数を $n1$ とし、前記オゾン発生ユニット相互間に装着されたオーリングの個数を $n2$ とし、 $n2$ 個のオーリングのシール性能上必要な圧縮力を $P2$ としたとき、下式の関係を満足するようにしてもよい。

$$P1 \times n1 > P2 \times n2$$

上記のような構成によれば、オゾン発生ユニット相互間のオーリングは適正な圧縮力でガスシールされ、貫通スタッド、ナットのサイズあるいは本数およびオーリングのサイズあるいは硬度などを最適に選定することができる。

【0038】一体にスタックされたオゾン発生ユニットの貫通スタッドの両端部あるいはオゾン発生ユニットの両端部の保持板に支柱を取出し、この支柱を圧力容器内に設けられた摺動体に接続固定すると共に、圧力容器カバーを開けたときに該摺動体が圧力容器外部まで延びる構造としてもよい。

【0039】上記のような構成によれば、一体にスタック

ク化されたオゾン発生ユニットの圧力容器内への収納、あるいは圧力容器の外部への取り出しがスムーズで容易で、組立あるいはメンテナンス時間を短縮できる。

【0040】前記オゾン発生ユニットを構成する冷却体と電極基板およびガスガイドを矩形状とし、一対の沿面電極の給電部と冷却体の冷却水ポートを対向位置あるいは $90^\circ$ 回転位置に配置してもよい。

【0041】上記のような構成によれば、沿面電極の給電部への電気接続と冷却水ポートへの配管接続が煩雑にならずに容易に行うことができる。

【0042】電極基板の沿面電極を形成していない誘電体の一方の面が接触する冷却体面を電極基板のサイズに合わせ精密にはめ合うように凹部を加工形成してもよい。

【0043】上記のような構成によれば、電極基板が冷却体に嵌込まれ、電極基板と冷却体相互の組み合わせが容易にできる。

【0044】冷却体の凹部の加工面の平面度を $50 \mu\text{m}$ 以下とし、表面粗さ $0.8 \mu\text{m}$ 以下の加工精度としてもよい。

【0045】上記のような構成によれば、電極基板と冷却体を接触面で均一に全面密着させることができる。

【0046】冷却体の凹部の加工面のはめ合い深さを電極基板の厚さの $1/2$ から $2/3$ 程度としてもよい。

【0047】上記のような構成によれば、電極基板の沿面電極面が冷却体の凹部の段部より飛び出すため、原料ガスの供給スペースを確保することができる。

【0048】電極基板と冷却体の凹加工面のはめ合い隙間は、電極基板を構成している誘電体と冷却体の熱膨張係数と温度および電極基板サイズを考慮し、最小隙間 $10 \mu\text{m}$ から最大隙間 $200 \mu\text{m}$ の間となるようにしてもよい。

【0049】上記のような構成によれば、電極基板と冷却体の嵌め合い部で熱による膨張収縮スペースを確保することができる。

【0050】冷却体は冷却水室が設けられたベースとカバーの溶接によって構成され、ベースとカバーの冷却水室側にはそれぞれ補強板を交互に取付、冷却水入口ポートから出口ポートまでをジグザグな流路構成としてもよい。

【0051】上記のような構成によれば、補強板によって冷却体の剛性を強めることができ、また、冷却水室内部全般にわたり冷却水を有効に循環させることができる。

【0052】電極基板の沿面電極側にガスを供給し放電空間を形成するための間隔片を耐オゾン性の金属としてもよい。

【0053】上記のような構成によれば、間隔片の製作が容易で、また、放電空間を容易に形成することができる。

【0054】電極基板の沿面電極側にガスを供給し放電空間を形成するための間隔片を耐紫外線および耐オゾン性の絶縁材としてもよい。

【0055】上記のような構成によれば、間隔片の製作が容易で、また、放電空間を容易に形成することができる。

【0056】間隔片はオゾン発生ユニットの放電空間のギャップが均一に確保できる複数個の細長平板とし、等間隔に配置してもよい。

【0057】上記のような構成によれば、均一で、かつ、沿面放電面積が最大限となるように放電空間を形成することができる。

【0058】間隔片はオゾン発生ユニットの放電空間のギャップが均一に確保できる複数個の小径の円形平板とし、等間隔に配置してもよい。

【0059】上記のような構成によれば、均一で、かつ、沿面放電面積が最大限となるように放電空間を形成することができる。

【0060】間隔片はオゾン発生ユニットの放電空間のギャップが均一に確保できる複数個の小型の矩形平板とし、等間隔に配置してもよい。

【0061】上記のような構成によれば、均一で、かつ、沿面放電面積が最大限となるように放電空間を形成することができる。

【0062】オゾン発生ユニットの放電空間を形成するためのガスガイドが誘電体であってもよい。

【0063】上記のような構成によれば、沿面電極とガスガイド間での異常放電を防止でき、安定した沿面放電を得ることができる。

【0064】ガスガイドに切削加工を施して凸部を形成し、凸部をオゾン発生ユニットの放電空間のギャップが均一に確保できる複数個の細長形状とし、等間隔に配置して放電空間を形成するための間隔片としてもよい。

【0065】上記のような構成によれば、均一で、かつ、沿面放電面積が最大限となるように放電空間を形成することができる。また、ガスガイドと間隔片が一体化され容易にオゾン発生ユニットを組立ることができる。

【0066】ガスガイドに切削加工を施して凸部を形成し、凸部をオゾン発生ユニットの放電空間のギャップが均一に確保できる複数個の小径の円形状とし、等間隔に配置して放電空間を形成するための間隔片としてもよい。

【0067】上記のような構成によれば、均一で、かつ、沿面放電面積が最大限となるように放電空間を形成することができる。また、ガスガイドと間隔片が一体化され容易にオゾン発生ユニットを組立ることができる。

【0068】ガスガイドに切削加工を施して凸部を形成し、凸部をオゾン発生ユニットの放電空間のギャップが均一に確保できる複数個の小型の矩形形状とし、等間隔に配置して放電空間を形成するための間隔片としてもよ

い。

【0069】上記のような構成によれば、均一で、かつ、沿面放電面積が最大限となるように放電空間を形成することができる。また、ガスガイドと間隔片が一体化され容易にオゾン発生ユニットを組立ることができる。

【0070】間隔片を誘電体であるガスガイドに化学的接合法、または接着剤法、または機械的結合法により結合してもよい。

【0071】上記のような構成によれば、均一で、かつ、沿面放電面積が最大限となるように放電空間を形成することができる。また、ガスガイドと間隔片が一体化され容易にオゾン発生ユニットを組立ることができる。

【0072】オゾン発生ユニットのガスガイドと保持板の間の弾性体を、耐オゾン性のゴム材としてもよい。

【0073】上記のような構成によれば、誘電体である電極基板およびガスガイドをゴムの弾性力で保持固定することができる。また、ゴム材は安価であらゆる形状にすることができる。

【0074】オゾン発生ユニットのガスガイドと保持板の間の弾性体は耐オゾン性のバネ体としてもよい。

【0075】上記のような構成によれば、誘電体である電極基板とガスガイドを、バネ体の弾性力で保持固定することができる。

【0076】弾性体は保持板に加工された溝内に装着され、ガスガイド面を均一に圧縮するよう環状に配置されていてもよい。

【0077】上記のような構成によれば、誘電体である電極基板およびガスガイドの全面を均一な弾性力で保持固定することができる。

【0078】オゾン発生ユニットを一体化している保持板と冷却体あるいは保持板同士のボルト締結部に、ガスガイドと保持板が直接接しないようにボルトガイドを具備してもよい。

【0079】上記のような構成によれば、ガスガイドが保持板に直接接することなく、保持固定時において誘電体から成る電極基板およびガスガイドの破損を防止することができる。

【0080】保持板により間接的に保持固定される電極基板およびガスガイドの保持力を $F$ とし、誘電体から成る電極基板およびガスガイドの静的許容荷重を $P$ とし、冷却体と電極基板およびガスガイドの移動加速度による力を $W$ としたときに下式の関係式を満足するように、弾性体の圧縮率とゴム硬度および形状・寸法を最適になるように選定してもよい。

【0081】 $P > F > W$

上記のような構成によれば、オゾン発生ユニットの保持力によって、誘電体から成る電極基板が破損することなく、また、間接的に保持固定されている電極基板、間隔片およびガスガイドが輸送時等の移動加速度によっても動じない高品質なオゾン発生ユニットを得ることができ



る。

【0082】ガスガイドの背面に弾性体を介して配置された保持板をオゾン発生ユニット相互間の共用保持板として積層スタック化してもよい。

【0083】上記のような構成によれば、部品の共通化による部品点数の削減および組立工数の削減とコンパクトで小型化することができる。

【0084】また、沿面放電オゾン発生ユニットに、紫外線照射装置と、過酸化水素製造装置と、触媒分解装置と、放射線発生装置と、超音波発生装置と、pH調整装置から選ばれた少なくとも1種を付属させてもよい。

【0085】上記のような構成によれば、沿面放電オゾン発生器から発生するオゾンの酸化力をさらに強くすることができ、付加価値の高いオゾン発生装置とすることができる。

【0086】オゾン発生装置は、原料の酸素を含む気体を供給する気体供給装置と、気体中の水分あるいは酸素以外の気体成分を吸着する吸着装置と、発生したオゾンの水あるいは気体の少なくとも1種に接触させる接触装置と、を含んでいてもよい。

【0087】上記のような構成によれば、原料ガスの不純物を取り除くことができ、また、オゾンによる水処理あるいは気体処理などが可能となり、小型で効率的な付加価値の高いオゾン発生装置とすることができる。

【0088】活性炭を含む活性炭処理装置と、砂による不純物ろ過装置と、膜によるろ過装置のうち少なくとも1種の浄化装置を具備し、オゾン発生装置により、オゾンに接触させたオゾン処理水もしくはオゾン処理気体を、浄化装置に通過させるかあるいは、該浄化装置を通過させた水もしくは気体にオゾンを接触させてもよい。

【0089】上記のような構成によれば、効率的で簡便に不純物を除去することができ、水もしくは気体の浄化を高度なオゾン処理システムで行うことができる。

【0090】水に接触させた後の未反応オゾン进行处理する排オゾン処理装置を更に具備してもよい。

【0091】上記のような構成によれば、未反応オゾン进行回収することができるため再利用も可能となり、安全で効率的なオゾン処理システムとすることができる。

【0092】本発明は、電極基板は一つの冷却体に対して複数設置されていることを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0093】上記のような構成を有するオゾン発生ユニットによれば、冷却体に対して複数枚の電極基板が配列されるため、構成スペースを有効に利用しながら大容量化が容易にコンパクトに構成することができる。

【0094】本発明は、複数の電極基板間に、冷却体と、ガスガイドと、保持板を貫通して延びるオゾン排出空間を設けたことを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0095】上記のような構成を有するオゾン発生ユニ

ットによれば、原料ガス供給のための構成が必要なく、また、オゾンの排出回収構成が容易に簡素化することができる。

【0096】本発明は、冷却水室を有する少なくとも一対の冷却体と、各冷却体の隣接する冷却体に対向する面に設けられ、誘電体と、この誘電体の一方の面に一定間隔で配置されて沿面電極を形成する少なくとも一対の電極を有する電極基板と、各冷却体間に配置された間隔片と、を備えたことを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0097】上記のような構成を有する放電オゾン発生ユニットによれば、ガスガイドあるいは保持板などの構成が必要なく、構成スペースを有効に利用できるため、大容量化が容易でコンパクトに構成できると共に、安価なオゾン発生器を提供することができる。

【0098】本発明は、各冷却体を電極基板の外方において、締結手段により締結したことを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0099】上記のような構成を有する放電オゾン発生ユニットによれば、電極基板を間接的に保持することができ、冷却体と共に簡便で容易に一体のオゾン発生ユニットを構成することができる。

【0100】本発明は、電極基板は一つの冷却体に対して複数設置されていることを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0101】上記のような構成を有するオゾン発生ユニットによれば、冷却体に対して複数枚の電極基板が配列されるため、構成スペースを有効に利用しながら大容量化が容易にコンパクトに構成することができる。

【0102】本発明は、複数の電極基板間に、各冷却体を貫通して延びるオゾン排出空間を設けたことを特徴とするオゾン発生ユニットである。

【0103】上記のような構成を有するオゾン発生ユニットによれば、オゾンの排出回収構成が容易で簡素化することができる。

【0104】

#### 【発明の実施の形態】第1の実施の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0105】図1は本発明の沿面放電オゾン発生ユニットを示し、図2(a)は図1の断面図であり、図2(b)は電極基板を示す図である。

【0106】図1および図2(a)(b)に示すように、沿面放電オゾン発生ユニット50は、ガラスあるいはセラミックスなどから成る誘電体2と、誘電体2の一方の面にスクリーン印刷などにより一定の間隔で形成された一対の線状電極1a、1bからなる沿面電極1とを有する電極基板3と、この電極基板3の沿面電極1側に間隔片4を介して設けられ放電空間6を形成するガスガ



イド5と、電極基板3の沿面電極1を形成していない誘電体2の面に接触した冷却体7とを備えている。

【0107】図2(b)に示すように、誘電体2に配設された一对の線状導電電極1a、1bの表面には、誘電材18が全面被覆されており、線状電極1a、1bの端部それぞれに、高電圧を印加するための給電部8a、8bが設けられている。ただし、該給電部8a、8bの表面には、誘電材18は被覆されていない。またガスガイド5としては、ガラスあるいはセラミックスなどの誘電体が使用されている。

【0108】またガスガイド5の電極基板3とは反対側の面に、弾性体19a、19bが配置され、この弾性体19a、19bを介して保持板20が配置されている。誘電材18で被覆された電極基板3、放電空間6を形成するための間隔片4、およびガスガイド5を直接締め込ないように、電極基板3、間隔片4およびガスガイド5の外周側(外方)で、保持板20と冷却体7が複数本のボルト(締結手段)21で締結されている。このとき、保持板20と冷却体7との間であってボルト21外周部には、ガスガイド5と保持板20が直接接しないようにボルトガイド22が設けられている。すなわち、ボルトガイド22によって、ガスガイド5と保持板20との間に一定の隙間を設けることができる。このため、電極基板3と、間隔片4と、ガスガイド5を、保持板20と冷却体7との間で弾性体19a、19bの弾性力によって間接的に保持固定することができる。

【0109】弾性体19a、19bは耐オゾン性のゴム材あるいは耐オゾン性のバネ体を使用され、弾性体19a、19bはガスガイド5面を均一な力で圧縮するように環状に配置されており、保持板20に加工された溝20a内に装着されている。

【0110】誘電体からなる電極基板3と、同様に誘電体からなるガスガイド5は、金属に比べて機械的強度が劣る。このため、電極基板3とガスガイド5を間接的に保持固定するときの保持力Fに対し、誘電体の物性から決まる電極基板3とガスガイド5の静的許容荷重Pと、電極基板3とガスガイド5の重量と摩擦係数および移動加速度から決まる力Wの関係式が下式(1)を満足するように、弾性体19a、19bの圧縮率と硬度、あるいはバネ定数および形状・寸法が定められる。

$$【0111】 P > F > W \quad \cdots \cdots (1)$$

すなわち、電極基板3とガスガイド5を間接的に保持固定するとき、保持力によって破壊せず、またオゾン発生ユニット50を移動したときにズレないようにしている。

【0112】図1および図2に示すように、オゾン発生ユニット50を構成する電極基板3と、ガスガイド5と、冷却体7と、保持板20の中心部には円柱状のオゾン排出空間23が設けられている。原料ガス9がオゾン発生ユニット50の外周全面から供給されるように、電

極基板3とガスガイド5の外周面は間隔片4の厚さ分のギャップGの寸法で開口している。なお、放電空間6のギャップGも、間隔片4の厚さ分で確保されている。したがって、オゾン発生ユニット50の外周面より供給される原料ガス9が放電空間6を通過するとき、沿面放電によってオゾン10が生成され、中心部のオゾン排出空間23に排出され回収される。

【0113】なおオゾン排出空間23はオゾン発生ユニット50を複数のスタック構成としたとき、放電空間6を通過する原料ガス9およびオゾン10の流速がほぼ一定となるようにオゾン排出空間23の直径φDが決定されるが、この関係は後述する。オゾン排出空間23は、電極基板3およびガスガイド5などの加工性から円柱状が好ましいが、角形状でも良い。

【0114】なお、前記オゾン排出空間23の近傍のガスガイド5と保持板20の間に配置された弾性体19a、19bのすくなくとも一方は、原料ガス9およびオゾン10が漏れないように耐オゾン性のゴム材となっており、シール機能を有している。

【0115】次にこのような構成からなる本実施の形態の作用について説明する。

【0116】線状電極1a、1bの端部にそれぞれ設けられた給電部8a、8b間に高圧電源13から高電圧が印加され、沿面電極1において沿面放電させることによって、原料ガス9が化学反応しオゾン10が生成され、オゾン排出空間23より回収される。このとき、放電によって発生する反応熱は、冷却体7の内部の冷却水室14に供給された冷却水15により除去される。この冷却水15は所定の流量で入口ポート16から冷却水室14内に供給され、出口ポート17から排出している。

【0117】ここで、電極基板3、ガスガイド5および冷却体7の平面形状は相互の位置関係、例えば、給電部8a、8bと冷却水15の入口ポート16および出口ポート17の位置関係などを明確にするため、矩形状としたほうが好ましいが、それぞれの加工性を考慮して多角形状あるいは円形状となってもよい。ただし、給電部8a、8b、あるいは冷却水15の入口ポート16および出口ポート17の接続組立作業の煩雑さを回避するため、給電部8a、8bと、冷却水15の入口ポート16および出口ポート17は対向位置あるいは90°回転した位置に配置されている。

【0118】本実施の形態によれば、沿面放電によるオゾン生成という特性を損なうことなく、電極基板3、間隔片4およびガスガイド5を間接的に保持固定することができ、簡便かつ容易に一体のオゾン発生ユニット50を構成できる。

【0119】このとき、弾性体19a、19bの弾性力すなわち保持力Fは、その圧縮率と硬度あるいはバネ定数および形状・寸法が最適になるように選定されるため、誘電体から成る電極基板3およびガスガイド5が破

損しないような均一な保持力Fとすることができる。また、ボルトガイド22によってガスガイド5が保持板20に直接接することがないため、誘電体から成る電極基板3およびガスガイド5の破損を防止することができる。

【0120】また、ガスガイド5を誘電体としたことから、沿面電極1とガスガイド5の間での異常放電を防止することができ、安定した沿面放電を得ることができる。

【0121】また、原料ガス9はオゾン発生ユニット50の外周全面から供給され、オゾン10はオゾン発生ユニットの中心部のオゾン排出空間23に排出され回収されるため、原料ガス9を供給するための構成品が必要なく、また、オゾン10の排出回収構成が容易で簡素化することができる。さらに、弾性体19a、19bのすくなくとも一方の弾性体はシール機能を有しているため、原料ガス9およびオゾン10が放電空間6およびオゾン排出空間23から漏れることなく、オゾン10を効率良く回収することができる。

【0122】また、給電部8a、8bと冷却水15の入口ポート16および出口ポート17の位置関係を明確に区分することで、それぞれの作業スペースが確保でき、接続組立作業の煩雑さの回避および組立工数の低減が可能となる。

#### 【0123】第2の実施の形態

次に本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0124】図3および図4は、本発明によるオゾン発生ユニットの断面図を示す図である。

【0125】図3および図4において、図1および図2に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0126】図3および図4において、ガラスあるいはセラミックスなどから成る誘電体2の一方の面に、スクリーン印刷などにより一定の間隔で一对の線状電極1a、1bを配設して沿面電極1を形成することにより、電極基板3が得られ、この電極基板3の沿面電極1側に間隔片4を介してガスガイド5を設け放電空間6が形成されている。電極基板3の沿面電極1を形成していない誘電体2の面は冷却体7に接触している。冷却体7の他方の面側にも上記と同様に、電極基板3と、放電空間6を形成するための間隔片4と、ガスガイド5が設けられ、冷却体7を挟んで両面に対称に放電空間6が形成され、このようにしてオゾン発生ユニット50が構成されている。すなわち、1つの冷却体7に対し、その両面に同一構成から成る2つの放電空間6が設けられている。

【0127】さらに、各ガスガイド5には弾性体19a、19bを介して保持板20が設けられ、原料ガス9の供給とオゾン10の排出回収方法は上述の第1の実施の形態と同様に構成されている。

【0128】図3において、冷却体7と保持板20が複

数本のボルト21で締結され、電極基板3と、間隔片4と、ガスガイド5は直接締め込めないよう間接的に保持固定されている。

【0129】図4において、冷却体7を挟んで保持板20同士が複数本のボルト21で締結され、電極基板3と、間隔片4と、ガスガイド5は直接締め込めないよう間接的に保持固定されている。

【0130】このとき、ボルト21の締結部にはガスガイド5と保持板20が直接接しないように、ボルトガイド22が設けられている。

【0131】本実施の形態によれば、沿面放電によるオゾン生成という特性を損なうことなく、電極基板3、間隔片4およびガスガイド5を間接的に保持固定することができ、かつ1つの冷却体7に対し、その両面に同一構成から成る2つの放電空間6を設けることができる。このため効率的でコンパクトな構成が可能で、簡便で容易に一体のオゾン発生ユニット50を構成できる。また、部品点数の低減および組立作業工数の低減などコスト低減が可能となる。

#### 【0132】第3の実施の形態

次に本発明の第3の実施の形態について説明する。図5はオゾン発生ユニットの平面図を示し、図6はオゾン発生ユニットが冷却体7の一面のみに配置された状態を示し、図7はオゾン発生ユニットが冷却体7の両面に配置された状態を示す。

【0133】図5乃至図7において、図1および図2に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0134】図5乃至図7に示すように、保持板20の端部には角柱状のオゾン排出空間23が設けられており、また、原料ガス9がオゾン排出空間23と対向する一面のみから供給されるように、電極基板3と同じ幅で、かつ間隔片4の厚さ分のギャップGの寸法の開口がオゾン排出空間23と対向する面に設けられている。なお、放電空間6のギャップGも間隔片4の厚さ分で確保されている。

【0135】さらに、原料ガス9の供給面以外の他の三面においては、冷却体7と保持板20間あるいは保持板20相互間に、原料ガス9あるいはオゾン10が漏れないように耐オゾン性のパッキン24が装着されシールしている。

【0136】したがって、オゾン発生ユニット50の一面より供給される原料ガス9が放電空間6を平行に通過すると、沿面放電によってオゾン10が生成され端部のオゾン排出空間23に排出され回収される。

【0137】本実施の形態によれば、原料ガス9は電極基板3と同じ幅でオゾン発生ユニットの一面のみから供給されるため、放電空間6を通過する原料ガス9の流速を一定にすることが容易で、沿面放電を安定させることができる。さらに、原料ガス9を供給するための構成品

が必要なく、また、オゾン10の排出回収構成が容易で簡素化することができ、原料ガス9およびオゾン10が放電空間6およびオゾン排出空間23から漏れることなく、オゾン10を効率良く回収することができる。

【0138】また、沿面放電によるオゾン生成という特性を損なうことなく、電極基板3、間隔片4およびガスガイド5を間接的に保持固定することができ、かつ、効率的にコンパクトな構成が可能で、簡便で容易に一体のオゾン発生ユニットを構成できる。

#### 【0139】第4の実施の形態

次に本発明の第4の実施の形態について説明する。

【0140】図8および図9はオゾン発生ユニットを複数個積層しスタック化して構成されたオゾン発生装置80を示す図である。

【0141】図8および図9に示す第4の実施の形態において、図1および図2に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。図8および図9に示すように、オゾン発生装置は図1乃至図7に示すオゾン発生ユニット50を複数積層して構成されている。

【0142】たとえば、オゾン発生容量1kg/hの沿面放電オゾン発生装置を製作するとき、オゾン発生ユニット50単体としての発生容量が50g/hで設計すると、積層数は20個となる。

【0143】ここで、一体のスタック構成とするためにオゾン発生ユニット50には複数個のスタッド貫通孔を設け、オゾン発生ユニット50を必要な個数を積層した上で、該貫通孔に貫通スタッド25を取付け、積層されたオゾン発生ユニット50の両端部をナット26で締結して一体のスタック構成としている。この場合、スタッド25とナット26は締結手段を構成する。

【0144】また、各オゾン発生ユニット50にはオゾン排出空間23が設けられており、一体のスタック構成としたオゾン発生装置ではオゾン排出空間23が連続された共有の空間が形成される。そして、各オゾン発生ユニット50に原料ガス9が供給され、沿面放電によって得られるオゾン10が共有空間に排出され、共有空間23端部に設けられたオゾン取出口28からオゾン10が回収される。

【0145】オゾン排出空間23のオゾン取出口28と反対側端部には、閉止板29が設けられている。また、オゾン発生ユニット50相互間のオゾン排出空間23近傍と、共有空間23端部に設けられたオゾン取出口28および閉止板29部には、耐オゾン性のオーリング（Oリング）27が装着されてガスシールされ、オゾン10の漏れを防止している。

【0146】上述したオゾン発生ユニット50のスタック化を行なうにあたり、オゾン発生ユニット50単体のオゾン発生容量と、1個のオゾン発生装置として必要な発生容量の関係が、工作性およびコスト面で考慮されて

決定される。

【0147】たとえば、1個のオゾン発生装置として必要な発生容量が100g/hとしたとき、オゾン発生ユニット50単体の発生容量を50g/hで設計する場合の積層数は2個となる。またオゾン発生ユニット50単体の発生容量が100g/hの場合の積層数は1個となり、25g/hの場合の積層数は4個となる。これらの関係は組立工作の容易さ、あるいはコストの安価などを考慮してその組み合わせが決定される。

10 【0148】つぎに、一体のスタック構成としたオゾン発生装置では複数個のオゾン発生ユニット50が積層されているため、オゾン発生ユニット相互間に装着されたオーリング27のシール性能に必要な圧縮力はオーリング27の個数倍となり、その圧縮力は複数本の貫通スタッド25とナット26の締め付け力で決まる。

【0149】そこで、貫通スタッド25とナット26の締め付け力をP1、貫通スタッド25の本数をn1、オーリング27の個数をn2、n2個のオーリング27のシール性能に必要な圧縮力をP2としたとき、それぞれの関係が下式（2）を満足するように、貫通スタッド25とナット26のサイズと本数n1が最適となるように選定される。

$$【0150】 P1 \times n1 > P2 \times n2 \dots (2)$$

なお、貫通スタッド25とナット26の締め付け力P1は、そのサイズから規定される締め付けトルク値によって必然的に決まる。

【0151】図9は一体にスタック構成されたオゾン発生装置を模式的に示す断面図である。

10 【0152】一体にスタック構成された各オゾン発生ユニット50の放電空間6に原料ガス9が供給される。沿面放電によって得られるオゾン10はオゾン排出空間23に排出され、スタック長さ1の共有空間23を流れ前記オゾン取出口28より回収される。このとき、スタック長さ1の共有空間23の流路をオゾンが流れると、その流路抵抗によって圧力損失が生じるため、オゾン取出口28近傍の放電空間6を流れるガス流速と閉止板29近傍の放電空間6を流れるガス流速に相違が出る。この場合、各オゾン発生ユニット50の放電空間6を通過するガス流速が一定とならずアンバランスが生じる。

40 【0153】各オゾン発生ユニット50の放電空間6を通過するガス流速のアンバランスは、定性的につぎのような状態となり、スタック長さ1が長くなるほど顕著に悪くなる。

$$【0154】 V1 < V2 < V3 \dots < Vn$$

これは、前記圧力損失で各オゾン発生ユニット50のオゾン10が放電空間6からオゾン排出空間23に出る部分で圧力差ができるためである。

50 【0155】そこで、各オゾン発生ユニット50の放電空間6を通過するガス流速を一定とするために、オゾン10が放電空間6からオゾン排出空間23に流出する部

分の開口面積に対するオゾン排出空間 23 の開口面積の比をオゾン排出空間比率  $\alpha$  とすると、このオゾン排出空間比率  $\alpha$  が 2 倍以上になるようにオゾン排出空間 23 の開口寸法が決定される。

【0156】たとえば、オゾン排出空間 23 の形状が円柱状の場合、一体にスタック構成されたオゾン発生ユニット 50 の放電空間 6 の個数を  $n$ 、放電空間 6 のギャッ

$$A1 = n \times \pi \times D \times G \quad \text{--- (3)}$$

$$A2 = \pi \times (D/2)^2 \quad \text{--- (4)}$$

$$\alpha = (A2/A1) \geq 2 \quad \text{--- (5)}$$

また、オゾン排出空間 23 の形状が角柱状の場合、オゾン排出空間 23 の開口幅を  $L1$ 、開口長さを  $L2$  とすると、上述と同様に下式 (6)、(7)、(8) を満足す

$$A1 = n \times \pi \times L1 \times L2 \times G \quad \text{--- (6)}$$

$$A2 = L1 \times L2 \quad \text{--- (7)}$$

$$\alpha = (A2/A1) \geq 2 \quad \text{--- (8)}$$

ここで、オゾン排出空間比率  $\alpha \geq 2$  は、類似構成モデルによる実験あるいは経験的に求められる。

【0159】本実施の形態によれば、オゾン発生ユニット 50 をスタック化することで、オゾン発生装置の大容量化が容易でコンパクトに構成できると共に、各オゾン発生ユニット 50 のオゾン排出空間 23 が連続された共有空間として形成されるため、オゾン 10 の排出回収が容易で構成部品を簡素化することができる。さらに、オゾン発生ユニット 50 は単体として共通化と標準化が可能となり、コストメリットが大きくなる。

【0160】また、各オゾン発生ユニット 50 相互間にはオーリング 27 が装着されるので、原料ガス 9 およびオゾン 10 が放電空間 6 およびオゾン排出空間 23 から漏れることなく、オゾン 10 を効率良く回収することができる。またオゾン発生ユニット 50 を貫通する貫通スタッド 25 のサイズあるいは本数およびオーリング 27 のサイズあるいは硬度などを最適に選定することができる。

【0161】つぎに、オゾン排出空間比率  $\alpha \geq 2$  とし、オゾン 10 が放電空間 6 からオゾン排出空間 23 に流出する部分の開口面積に対するオゾン排出空間 23 の開口面積を大きくすることにより、オゾン 10 が共有空間を流れるときの圧力損失を低減させ、各オゾン発生ユニット 50 のオゾン 10 が放電空間 6 からオゾン排出空間 23 に出る部分で圧力差を極力抑えることができる。このため、各オゾン発生ユニット 50 の放電空間 6 を通過するガス流速をほぼ一定とすることができる。

#### 【0162】第 5 の実施の形態

次に本発明の第 5 の実施の形態について説明する。図 10 は本発明の第 5 の実施の形態を示す図である。図 10 に示すように、沿面放電オゾン発生装置 80 は、図 1 乃至図 7 に示すオゾン発生ユニット 50 を複数積層するとともに、各オゾン発生ユニット 50 間に冷却体 7 と、冷却体 7 の両面に設けられた一対の電極基板 3 と、一対の

プを  $G$ 、オゾン排出空間 23 の開口直径を  $D$ 、オゾン 10 が放電空間 6 からオゾン排出空間 23 に流出する部分の開口面積の総計を  $A1$ 、オゾン排出空間 23 の開口面積を  $A2$  とすると、下式 (3)、(4)、(5) を満足するようにオゾン排出空間 23 の開口寸法が決定される。

#### 【0157】

$\alpha$  : オゾン排出空間比率

るようにオゾン排出空間 23 の開口寸法が決定される。

#### 【0158】

電極基板 3 に間隔片 4 を介して設けられたガスガイド 5 を配置して構成されている。

【0163】図 10 に示すように、オゾン発生ユニット 50 のガスガイド 5 の背面に弾性体 19a、19b を介して配置された保持板 20 を、オゾン発生ユニット 50 相互間に設けられた冷却体 7、電極基板 3 およびガスガイド 5 の保持板 20 として機能させている。

【0164】全体として一体のスタック構成とするために、保持板 20 の両面に加工された溝 20a 内に弾性体 19a、19b が装着され、保持板 20 相互にあるいは保持板 20 と冷却体 7 を複数本のボルト 21 で締結している。

【0165】本実施の形態によれば、オゾン発生ユニットをスタック化する上で、各オゾン発生ユニットの保持板 20 を共用することができ、部品の共通化による部品点数の削減および組立工数の削減を実現することができる。

#### 【0166】第 6 実施の形態

次に本発明の第 6 の実施の形態について説明する。

【0167】図 11 は本発明の沿面放電オゾン発生装置 80 を示す構成図である。

【0168】図 1 乃至図 7 に示すオゾン発生ユニット 50 を一体にスタック構成してオゾン発生装置が構成される。複数のオゾン発生ユニットは圧力容器 30 内に収納され、圧力容器 30 の外部に取り出されるとき、一体にスタック構成された複数のオゾン発生ユニット 50 が摺動体 32 によって水平に摺動するようにしている。

【0169】スタック化されたオゾン発生ユニット 50 の貫通スタッド 25 の両端部あるいはオゾン発生ユニットの両端部の保持板 20 に、オゾン発生ユニット 50 を支持するための支柱 33 が取付けられている。圧力容器 30 の底部には摺動ガイド 34 が設置され、この摺動ガイド 34 に摺動体 32 を介して支柱 33 が摺動自在に設けられている。

【0170】まお、摺動体32は支持台とベアリングなどで構成した、あるいは支持台とふっ素樹脂などの低摩擦材などで構成したスライド機構である。

【0171】また、圧力容器30の開口部の設置ベース面には架台35が設置され、架台35上であって圧力容器30の底部の摺動ガイド34の延長上に、摺動ガイド36が設置されている。

【0172】ここで架台35および摺動ガイド36は、一体にスタック構成されたオゾン発生ユニット50を圧力容器30内に収納するとき、あるいは圧力容器カバー31を取外して圧力容器30の外部に取り出すときに使用し、通常の沿面放電オゾン発生器運転時には撤去される。

【0173】本実施の形態によれば、一体にスタック化されたオゾン発生ユニット50の圧力容器30内への収納、あるいは圧力容器30の外部への取り出しがスムーズかつ容易となり、組立あるいはメンテナンス時間を短縮できる。

#### 【0174】第7の実施の形態

次に本発明の第7の実施の形態について説明する。

【0175】図12は本発明の沿面放電オゾン発生ユニットを示す図であり、図13は電極基板3を冷却体7に接触させた状態を示す部分断面拡大図である。本実施の形態において、図1および図2に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0176】図12および図13において、電極基板3は誘電体2のうち沿面電極1と反対側の面を冷却体7に接触させているが、冷却体7の電極基板3と接触する面に電極基板3の形状に合わせ、電極基板3と精密に嵌め合うように凹部7aが形成され、電極基板3と冷却体7相互の組み合わせが容易に行えるようになっている。

【0177】この凹部7aは平面度が50 $\mu$ m以下であり、表面粗さが0.8 $\mu$ m以下で加工され、接触面の加工状態を良くすることで電極基板3と冷却体7を接触面で均一に全面密着させるようにしている。

【0178】さらに、この凹部7aの加工面のはめ合い深さ $t$ すなわち冷却体7の凹部7aの深さ $t_1$ は電極基板3の厚さ $t_2$ の1/2から2/3となっており、電極基板3を嵌め合いにより冷却体7に接触させたときに、電極基板3の沿面電極1側の面が冷却体7の凹部7aより外方へ飛び出すようにして原料ガス9の供給スペースを確保している。

【0179】また、電極基板3を構成する誘電体2と、金属から成る冷却体7は、熱膨張係数に相違があるため、電極基板3と冷却体7の凹部7aの嵌め合い隙間 $g_1$ は最小10 $\mu$ mから最大200 $\mu$ m程度になるよう設定され、沿面放電による温度上昇に対して電極基板3と冷却体7の膨張分のスペースクリアランスを確保している。

【0180】この、嵌め合い隙間 $g_1$ は沿面放電による温度上昇と電極基板3の形状を考慮し、誘電体2および冷却体7のそれぞれの熱的物性値と、形状および実験などから求める。

【0181】また、図14は冷却体の構成を示す平面図であり、図15(a)(b)は図14の断面図である。

【0182】冷却体7はステンレスあるいはアルミなどの金属からなり、電極基板3と組み合わせられることから矩形状あるいは円形状の平板形を有している。また冷却体7は電極基板3の沿面放電による発生熱を冷却するため内部に冷却水室14を有し、また冷却体7には冷却水室14に冷却水15を供給する冷却水入口ポート16および冷却水室14から冷却水15を排出する冷却水出口ポートが取付けられている。

【0183】このような冷却体7は冷却水室14が加工によって形成されたベース37と、ベース37に取付けられたカバー38とから構成され、ベース37とカバー38は溶接されている。なお、ベース37とカバー38はボルト締結構成としても良いが、締結構造は工作性あるいはコストを考慮して決められる。

【0184】また、ベース37とカバー38の冷却水室14側には、それぞれ補強板39、40が交互に配置され、たとえば、補強板39はカバー38に、補強板40はベース37に取付けられている。このとき、補強板39、40は冷却水入口ポート16から冷却水出口ポート17まで、冷却水室14内の冷却水15がジグザグに流れる流路構成となるように配置されている。

【0185】本実施の形態によれば、電極基板3と冷却体7の接触面において、冷却体7に電極基板3の形状に合わせて凹部7aを加工し、この凹部7aの加工面精度および加工深さおよびスペースクリアランスが最適な値に規定されるため、電極基板3と冷却体7を精密な状態で組み合わせることができ、また、電極基板3を効果的に冷却することができる。

【0186】次に、冷却体7をベース37とカバー39で構成することで、冷却水室14を容易に設けることができる。

【0187】また、冷却水室14内に補強板39、40を交互に配置し取付たことによって、冷却水15が冷却水室14内を循環し流れるとき、冷却水15の圧力に対し冷却体7の剛性を強めることができ、コンパクトに冷却体7を構成することができる。さらに、補強板39、40によって、冷却水室14の全般にわたり冷却水15を有効に循環させることができ、電極基板3の沿面放電による発生熱を効果的に冷却することができる。

#### 【0188】第8の実施の形態

次に本発明の第8の実施の形態について説明する。

【0189】図16乃至図18は、沿面放電オゾン発生ユニットの間隔片4の形状および配置状態を示す平面図である。本実施の形態において、図1および図2に示す

第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0190】図 16 乃至図 18 において、放電空間 6 を形成するために電極基板 3 とガスガイド 5 の間に設けられた間隔片 4 は、耐オゾン性の金属、あるいは耐紫外線および耐オゾン性の絶縁材からなり、放電空間 6 のギャップ G が確保できる厚さを有している。

【0191】また、間隔片 4 は放電空間 6 のギャップ G を放電空間 6 の全般にわたり均一に確保し、かつ、電極基板 3 の沿面放電面積が最大となるように、電極基板 3 とガスガイド 5 との間に等間隔で複数個配置している。

【0192】たとえば、図 16 に示すように間隔片 4 の形状は細長平板となっており、オゾン排出空間 23 に対して、放射状に等間隔で配置されている。また図 17 に示すように、間隔片 4 の形状を小径の円形平板とし、放電空間 6 全般にわたり等間隔に配置してもよい。また、図 17 の間隔片 4 の形状を小型の矩形平板としてもよい。

【0193】なお、図 18 は原料ガス 9 を一方向から供給し反対側のオゾン排出空間 23 からオゾン 10 を回収する構成を示しており、間隔片 4 は細長平板からなるとともに、放電空間 6 全般にわたり等間隔に配置されている。図 18 において、間隔片 4 を小径の円形平板あるいは小型の矩形平板とし、放電空間 6 全般にわたり等間隔に配置してもよい。

【0194】ここで、放電空間 6 のギャップ G の寸法はオゾン拡散時間と放電空間 6 におけるオゾン滞留時間の関係で最適な寸法が決められており、一般的に 2 mm 以下とすることが多い。

【0195】このとき、沿面放電の特性上、対向電極で無声放電させるオゾン発生器と比較してギャップ G の精度はあまり要求されない。

【0196】また、図 19 および図 20 は、間隔片 4 をガスガイド 5 と一体に設けた状態を示す平面図であり、図 21 は間隔片 4 とガスガイド 5 の一部部を示す断面拡大図である。

【0197】間隔片 4 はガスガイド 5 と一体に構成されている。すなわち、誘電体からなるガスガイド 5 の放電空間 6 側の面を凹凸加工し、凸部を間隔片 4 として機能させるようガスガイド 5 と一体に形成している。

【0198】また、間隔片 4 をガスガイド 5 と一体に構成する他の実施例として、誘電体からなるガスガイド 5 の放電空間 6 側の面に、耐オゾン性の金属あるいは耐紫外線および耐オゾン性の絶縁物からなる間隔片 4 を化学的接合法あるいは接着法あるいは機械的結合法などにより結合させてもよい。

【0199】ここで、ガスガイド 5 に加工された凸部およびガスガイド 5 に結合された間隔片 4 の形状および配置は、上記の各実施の形態と同様に、細長平板とし、オゾン排出空間 23 に対して、放射状に等間隔で配置され

ている。またガスガイド 5 の凸部を小径の円形平板として放電空間 6 全般にわたり等間隔に配置し、あるいは小型の矩形平板として放電空間 6 全般にわたり等間隔に配置してもよい。

【0200】本発明の形態によれば、間隔片 4 は薄板状の金属あるいは絶縁物を加工し、放電空間 6 のギャップ G を均一に確保するように等間隔に複数個配置されるので、放電空間 6 による沿面放電面積を最大限となるように容易に形成できる。さらに、間隔片 4 の製作が容易にできる。

【0201】また、沿面放電の特性上、対向電極で無声放電させるオゾン発生器と比較してギャップ G の精度を厳しくする必要がないため、製造上の寸法管理および誤差管理が容易で組立作業工数の低減などコスト低減が可能となる。

【0202】すなわち、間隔片 4 の厚さ公差を厳しく管理しなくても、沿面放電によるオゾン発生特性に影響を及ぼすことはない。

【0203】つぎに、ガスガイド 5 に凹凸加工を施して凸部を形成し、あるいはガスガイド 5 に間隔片 4 を結合させてガスガイド 5 と間隔片 4 を一体とすることで、さらに、放電空間 6 の形成が容易になり、オゾン発生ユニットの組立が簡単となる。

#### 【0204】第 9 の実施の形態

次に本発明の第 9 の実施の形態について説明する。

【0205】図 22 は本発明のオゾン発生装置を示すフロー図である。図 22 において、給気ヘッダ 51 より供給される原料の空気は、空気源ブロウ 52 により加圧されて空気冷却器 53 に送られる。この空気は空気冷却器 53 でマイナス 5℃まで冷却され、水分は凝縮／除去される。更にこの冷却空気は吸着材にを有する吸着装置 54 に導かれ、露点マイナス 60℃まで乾燥させられる。その後乾燥空気は第 1 乃至第 8 の実施の形態に示す沿面放電オゾン発生ユニット 50 に導入され、高圧電源 13（図 1 参照）により所定の電力を投入され、発生オゾン濃度が調節される。オゾン発生ユニット 50 により高濃度のオゾンが発生し、オゾンヘッダー管 55 に導かれて、オゾン化空気として対象の水や汚染ガスなどに注入され汚染物の分解に寄与する。

【0206】ここで、沿面放電オゾン発生ユニット 50 には、紫外線照射装置 61 と、過酸化水素製造装置 62 と、触媒分解装置 63 と、放射線発生装置 64 と、超音波発生装置 65 と、pH 調整装置 66 などが付属して設けられ、全体としてオゾン発生装置 80 を構成している。

【0207】硫酸水素アンモニウムの電気分解や、ナトリウムなどの過酸化物に希硫酸を加えることにより、気体としての過酸化水素を作ることができるが、本実施の形態においては市販の過酸化水素水を利用して過酸化水素製造装置 62 で過酸化水素を作製する。過酸化水素製



造装置 62 は沿面放電オゾン発生ユニットに付属させて組み合わせ、過酸化水素はオゾンと混合して処理対象の水あるいは気体に接触する。

【0208】紫外線発生装置 61 は、低圧水銀ランプまたはエキシマランプを有し、波長 200 nm 付近の紫外線を発生させるものである。紫外線は、オゾン接触と同時に照射するのが望ましい。

【0209】触媒分解装置 63 は、アルミニウム、チタン、マンガ、鉄などの金属酸化物を触媒として含むものであり、特にチタンは処理水中に溶解せず、また光分解反応が有るため触媒として望ましい。

【0210】放射線照射装置 64 としては、金属ターゲットに高速電子を衝突させて X 線を発生させるものや、60Co 照射装置などが用いられる。原料気体にあらかじめ放射線を照射した後、この気体をオゾン化させる。

【0211】超音波装置 65 は、トランスデューサにより数 kHz の超音波発生させるものであり、生成するオゾンに対して超音波を照射する。

【0212】紫外線照射装置 61 や超音波装置 65 はコンパクトにできるので、沿面放電オゾン発生器と一体型にして作製しても良い。

【0213】紫外線照射装置 61、過酸化水素製造装置 62、触媒分解装置 63、放射線発生装置 64、超音波発生装置 65 および pH 調整装置 66 はオゾンの酸化力を強めることができ、これらはオゾンと共にヒドロキシラジカルを生成して、有機物を炭酸ガスと水に分解させる。

【0214】したがって、上記のような構成を有するオゾン発生装置 80 によれば、オゾン処理能力を高めることができ、付加価値の高いオゾン発生装置として提供することができる。

【0215】オゾン発生装置 80 は、上述のように原料の酸素を含む気体を供給する気体供給装置と、気体中の水分あるいは酸素以外の気体成分を吸着する吸着装置 54 とを備え、更に発生したオゾンの水あるいは気体の少なくとも 1 種に接触させる接触装置 70 を含んでいる。原料の気体は酸素、空気のいずれでも良く、気体供給装置としては気体を加圧する場合は、ブロワ 52 や図示しない空気圧縮機などを利用するが、加圧しない場合はファンを用いても良い。

【0216】吸着装置 54 は、気体の水分を吸着して乾燥気体とするものであり、気体として酸素を使用する場合は、圧力調整により窒素やその他の不純物気体を取り除き酸素のみを供給する。吸着装置 54 により水分を吸着するためには、冷却装置 53 を設けると好都合である。

【0217】処理対象の気体や液体との接触させる接触装置 70 としては、ミキシング、デフイーザー、エジェクタがある。脱臭、脱色、殺菌などの水処理のみならず、気体処理においては脱臭、ノックス・ソックス処

理、ダイオキシン処理なども可能である。

【0218】本実施の形態によれば、原料ガスの不純物を取り除くことができ、また、オゾンによる水処理あるいは気体処理などが可能となり、小型で効率的な付加価値の高いオゾン発生装置として提供することができる。

#### 【0219】第 10 の実施の形態

次に本発明の第 10 の実施の形態について説明する。

【0220】図 23 は本発明のオゾン発生装置を用いた上水高度処理システムからなるオゾン処理システムを示す図である。また、図 24 は本発明のオゾン発生装置を用いた下水高度処理システムからなるオゾン処理システムを示す図である。

【0221】図 23 に示すように、河川水 81 が混和池 82、沈殿池 83、砂ろ過池 84、オゾン反応槽（接触装置）70、活性炭ろ過槽 86、および配水池 87 を経て順次処理される。オゾン反応槽 70 へは図 22 に示すオゾン発生装置 80 が接続され、オゾン反応槽 70 からの排オゾンは排オゾン分解塔 88 から放出される。

【0222】また図 24 に示すように、流入下水が、沈砂池 89、最初沈殿池 90、脱気槽 91、最終沈殿池 92、塩素混和槽 94 を経て順次処理される。また最終沈殿池 92 からの処理水の一部は砂ろ過槽 93、オゾン反応槽 70 を経て再利用される。オゾン反応槽 70 へは図 22 に示すオゾン発生装置 80 が接続され、オゾン反応槽 70 からの排オゾンは消泡塔 96 を経て排オゾン分解塔 88 から放出される。

【0223】このようにして、図 22 に示すオゾン発生装置を組込んでなるオゾン処理システムが構成される。

【0224】図 23 および図 24 において、活性炭ろ過槽 86 は、有機物の吸着を行なうものであり、砂ろ過槽 93 は固形物の分離を行なうものである。活性炭ろ過槽 86 および砂ろ過槽 93 に加えて、浄化装置として膜ろ過装置を設けてもよい。この膜ろ過装置は微粒子の分離、あるいは溶存有機物の分離などのためのものである。

【0225】オゾン接触槽 70 は、接触池 70a と接触池 70a の中に均一に配列された散気管 70b とを有し、注入によりオゾン在水中に溶解させる。なお、オゾンの一部は、水中に溶解した微細な微生物に対応するため膜処理を加えてもよい。

【0226】オゾン処理後の未反応オゾンは、触媒と活性炭を詰めた排オゾン分解塔 88 に導かれ、活性炭によりオゾンを吸着し、触媒等によりオゾンを分解する。ほかに、未反応オゾンを熱によりオゾン分解してもよい。また、未反応オゾンをオゾン接触槽 70 にもどし再利用したり、汚染された水や気体に更に接触させて消費しても良い。

【0227】なお、活性炭ろ過槽 86、砂ろ過槽 93 および膜ろ過槽等からなる浄化装置を経た処理水にオゾンを供給してもよく、オゾンを供給した処理水を浄化装置



に通してもよい。またオゾンは処理水のみならず処理すべき気体に供給してもよい。

【0228】本実施の形態によれば、上述のシステムにより効率的で簡便に不純物を除去でき、水の臭気や色度などが格段に改善される。また安全で効率的な水もしくは気体の浄化を高度なオゾン処理システムを提供することができる。

#### 【0229】第11の実施の形態

次に図25および図26により本発明の第11の実施の形態について説明する。なお、図25および図26において、図1および図2に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を符して詳細な説明を省略する。

【0230】図25および図25に示すように、沿面放電オゾン発生ユニット50は、誘電体2と一対の線状導電電極1a、1bを有する電極基板3と、間接片4と、ガスガイド5とを備え、弾性体19a、19bと保持板20により電極基板3、間接片4およびガスガイド5が保持されている。

【0231】ここで、冷却体7に接触して保持されている電極基板3は、1つの冷却体7の同一面上に少なくとも2枚以上の複数枚配置され、一体のオゾン発生ユニット50を構成している。このとき、電極基板3のサイズと配列枚数の関係は、オゾン発生ユニット50の大きさ、積層スタック数、レイアウト、オゾン発生器全体の大きさなどを考慮して適切に選定することができる。

【0232】たとえば、電極基板3の1枚当たりのオゾン発生量が50g/hの場合、1つの冷却体7に対して電極基板3を4枚配列すれば、1つのオゾン発生ユニット50でのオゾン発生量は4倍のオゾン発生量200g/hを得ることができ、大容量化が容易にできる。

【0233】またオゾン発生ユニット50の冷却体7と、ガスガイド5と、保持板20を貫通して、複数枚配置された電極基板3相互間の中心部に円柱状のオゾン排出空間23が設けられている。また原料ガス9がオゾン発生ユニット50の外周全面から供給されるように、電極基板3とガスガイド5の外周面は、間隔片4の厚さ分のギャップGの寸法で開口している。なお、放電空間6もギャップGの寸法だけ間隔片4により確保されている。

【0234】したがって、オゾン発生ユニット50の外周面より供給される原料ガス9が放電空間6を通過するとき、沿面放電によってオゾン10が生成され中心部のオゾン排出空間23から排出され回収される。

【0235】ここで、前記オゾン排出空間23は、オゾン発生ユニット50を複数積層してスタック構成としたとき、各放電空間6を通過する原料ガス9およびオゾン10の流速がほぼ一定となるようにオゾン排出空間23の開口面積および直径φDが決定される。

【0236】また、オゾン排出空間23は、電極基板3およびガスガイド5などの加工性から円柱状が好ましい

が、角形状でも良い。

【0237】なお、前記オゾン排出空間23の近傍のガスガイド5と保持板20の間に配置された弾性体19a、19bのうち、少なくとも一方の弾性体19a、19bは原料ガス9およびオゾン10が漏れないように耐オゾン性のゴム材からなり、シール機能を持たせている。

【0238】本実施の形態によれば、1つの冷却体7に対して複数枚の電極基板3が配置されるため、構成スペースを有効に利用しながらオゾン発生ユニット50の大容量化が容易でコンパクトに構成することができる。また原料ガス9がオゾン発生ユニット50の外周全面から供給され、オゾン10はオゾン発生ユニット50の中心部のオゾン排出空間23から排出されて回収される。このため、原料ガス9を供給するための構成品が必要なく、また、オゾン10の排出回収構成が容易で簡素化することができる。

#### 【0239】第12の実施の形態

次に図27および図28(a)(b)により本発明の第12の実施の形態について説明する。図27および図28(a)において、図1および図2に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を符して詳細な説明を省略する。

【0240】まず、図27および図28(a)に示すように、ガラスあるいはセラミックスなどから成る誘電体2の一方の面に一対の線状導電電極1a、1bをスクリーン印刷などにより一定の間隔で配設して沿面電極1を形成する電極基板3が作製される。また少なくとも一対の冷却体7間において、各冷却体7の互いに対向する面に、電極基板3の沿面電極1を形成していない誘電体2の面が接触してオゾン発生ユニット50を構成している。

【0241】誘電体2に配設された一対の線状導電電極1a、1bの表面には、誘電材18が全面被覆されており、線状導電電極1a、1bの端部それぞれに高電圧を印加するための給電部8a、8bが設けられている。ただし、該給電部8a、8bの表面には誘電材18は被覆されていない。

【0242】また各冷却体7に接触する電極基板3は、隣接する冷却体7間で沿面電極1の面同士を間隔片4を介して向い合わせ放電空間6を形成している。また各冷却体7は、それ自体の両面に電極基板3が互いに配置されている。このとき、電極基板3、間隔片4および冷却体7は電極基板3の外周側で、ボルトガイド22を貫通する複数本のボルト21により締結され、一体のオゾン発生ユニット50を構成している。

【0243】また、オゾン発生ユニット50を積層することで、スタック化し、大容量化を図ることができる。

【0244】また、放電空間6は間隔片4で形成されるため、ギャップGの寸法が間隔片4により確保される。

このとき、一対の冷却体 7 間において、対向する浴面電極 1 の面により安定した放電特性を得るために、ギャップ G の寸法は約 0.5 mm ~ 2.0 mm の範囲としている。

【0245】また、冷却体 7 と電極基板 3 の中心部に円柱状のオゾン排出空間 23 が設けられている。原料ガス 9 がオゾン発生ユニット 50 の外周全面から供給されるように、電極基板 3 とガスガイド 5 の外周面は、間隔片 4 の厚さ分のギャップ G の寸法だけ開口している。

【0246】したがって、オゾン発生ユニット 50 の外周面より供給される原料ガス 9 が放電空間 6 を通過するとき、浴面放電によってオゾン 10 が生成され、中心部のオゾン排出空間 23 に排出され回収される。

【0247】ここで、オゾン発生ユニット 50 を複数積層したとき、各放電空間 6 を通過する原料ガス 9 およびオゾン 10 の流速がほぼ一定となるようにオゾン排出空間 23 の開口面積および直径  $\phi D$  が決定される。

【0248】また、オゾン排出空間 23 は、電極基板 3 およびガスガイド 5 などの加工性から円柱状が好ましいが、角形状でも良い。

【0249】本実施の形態によれば、オゾン発生ユニット 50 を構成するとき、電極基板 3 を容易に保持することができ、また、放電空間 6 を形成するためのガスガイド、あるいは電極基板 3 を保持するための保持板などの構成部品が必要なく、構成スペースを有効に利用できる。このためオゾン発生ユニット 50 の大容量化が容易でコンパクトに構成することができ、安価なオゾン発生ユニット 50 を提供することができる。

【0250】また原料ガス 9 がオゾン発生ユニット 50 の外周全面から供給され、オゾン 10 はオゾン発生ユニット 50 の中心部のオゾン排出空間 23 から排出され回収される。このため、原料ガス 9 を供給するための構成部品が必要なく、また、オゾン 10 の排出回収構成が容易で簡素化することができる。

【0251】なお、各冷却体 7 に設けられた電極基板 3 間に追加ガラス板 4a を配置するとともに各電極基板 3 と追加ガラス板 4a との間に間隔片 4 を設けてもよい（図 28 (b)）。

#### 【0252】第 13 の実施の形態

次に図 29 および図 30 により本発明の第 13 の実施の形態について説明する。図 29 および図 30 において、図 1 および図 2 に示す第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を符して詳細な説明を省略する。

【0253】図 29 および図 30 に示すように、オゾン発生ユニット 50 は、少なくとも一対の冷却体 7 と、各冷却体 7 に接触した電極基板 3 とを備え、各電極基板 3 は浴面電極 1 の面同士を間隔片 4 を介して向い合わせ放電空間 6 を形成している。

【0254】ここで、冷却体 7 に接触して保持されている電極基板 3 は、1 つの冷却体 7 の同一面上に少なくと

も 2 枚以上配置され、一体のオゾン発生ユニット 50 を構成している。このとき、電極基板 3 のサイズと配列枚数の関係は、オゾン発生ユニット 50 の大きさ、積層スタック数、レイアウト、オゾン発生ユニット 50 全体の大きさなどを考慮して適切に選定することができる。

【0255】たとえば、電極基板 3 の 1 枚当たりのオゾン発生量が 50 g/h の場合、1 つの冷却体 7 に対して電極基板 3 を 4 枚配列すれば、1 つのオゾン発生ユニットでのオゾン発生量は 4 倍のオゾン発生量 200 g/h を得ることができ、大容量化が容易にできる。

【0256】またオゾン発生ユニット 50 には、電極基板 3 相互間の中心部に円柱状のオゾン排出空間 23 が設けられている。また、原料ガス 9 がオゾン発生ユニット 50 の外周全面から供給されるように、電極基板 3 とガスガイド 5 の外周面は間隔片 4 の厚さ分のギャップ G の寸法で開口している。

【0257】したがって、オゾン発生ユニット 50 の外周面より供給される原料ガス 9 が放電空間 6 を通過するとき、浴面放電によってオゾン 10 が生成され中心部のオゾン排出空間 23 から排出され回収される。

【0258】ここで、前記オゾン排出空間 23 はオゾン発生ユニットを複数積層したとき、各放電空間 6 を通過する原料ガス 9 およびオゾン 10 の流速がほぼ一定となるようにオゾン排出空間 23 の開口面積および直径  $\phi D$  が決定される。

【0259】また、オゾン排出空間 23 は加工性から円柱状が好ましいが、角形状でも良い。

【0260】本実施の形態によれば、1 つの冷却体 7 に対して複数枚の電極基板 3 が配置されるため、構成スペースを有効に利用しながらオゾン発生ユニット 50 の大容量化が容易となり、コンパクトに構成することができる。

【0261】また原料ガス 9 がオゾン発生ユニット 50 の外周全面から供給され、オゾン 10 はオゾン発生ユニット 50 の中心部のオゾン排出空間 23 に排出されて回収されるため、原料ガス 9 を供給するための構成部品が必要なく、また、オゾン 10 の排出回収構成が容易で簡素化することができる。

#### 【0262】

【発明の効果】本発明によれば、浴面放電によるオゾン生成という特性を損なうことなく、誘電体から成る電極基板あるいはガスガイドなどを破損させないで、簡便で容易なオゾン発生ユニットを構成することができ、原料ガスの供給およびオゾンの排出回収構成が容易で簡素化できる。

【0263】さらに、冷却体に対して、その両面に同一構成から成る 2 つの放電空間を有する構成とすることで、効率的でコンパクトなオゾン発生ユニットとすることができる。

【0264】また、オゾン発生ユニットを一体のスタッ

ク構成とすることで、容易に大容量化を図ることができ、構成要素の共通化および標準化が可能となる。さらに、オゾン発生ユニットに摺動体を設けることによって圧力容器への収納組立、およびメンテナンス時間を短縮することができる。

【0265】さらに、本発明の冷却体あるいは間隔片あるいはガスガイドによって、効果的な冷却、構成の簡素化、組立管理の容易さ、部品削減および組立工数削減を図ることができる。

【0266】また沿面放電オゾン発生ユニットに紫外線照射装置あるいは気体供給装置あるいは吸着装置などの周辺機器を具備することで、付加価値の高いオゾン発生装置を構成することができる。また、オゾン発生装置を上下水あるいは気体などの浄化を高度に行なうことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示すオゾン発生ユニットの平面図。

【図2】図1に示すオゾン発生ユニットの断面図。

【図3】本発明の第2の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの断面図。

【図4】本発明の第2の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの断面図。

【図5】本発明の第3の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの平面図。

【図6】オゾン発生ユニットが冷却体の一面のみに配置された状態を示す断面図。

【図7】オゾン発生ユニットが冷却体の両面に配置された状態を示す断面図。

【図8】本発明の第4の実施の形態におけるオゾン発生装置を示す図。

【図9】図8に示すオゾン発生装置の断面模式図。

【図10】本発明の第5の実施の形態におけるオゾン発生装置を示す図。

【図11】本発明の第6の実施の形態におけるオゾン発生ユニットを圧力容器へ収納した状態を示す構成図。

【図12】本発明の第7の実施の形態における冷却体の平面図。

【図13】図12に示す冷却体の部分断面拡大図。

【図14】冷却体の構成を示す平面図。

【図15】図14に示す冷却体の断面図。

【図16】本発明の第8の実施の形態における間隔片の形状および配置を示す平面図。

【図17】間隔片の形状および配置の変形例を示す平面図。

【図18】間隔片の形状および配置の変形例を示す平面図。

【図19】間隔片の形状および配置の変形例を示す平面図。

【図20】間隔片の形状および配置の変形例を示す平面

図。

【図21】間隔片の部分断面拡大図。

【図22】本発明の第9の実施の形態におけるオゾン発生装置を示すフロー図。

【図23】本発明の第10の実施の形態におけるオゾン発生装置を用いた上水高度処理システム図。

【図24】オゾン発生装置を用いた下水高度処理システム図。

【図25】本発明の第11の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの平面図。

【図26】本発明の第11の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの断面図。

【図27】本発明の第12の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの平面図。

【図28】本発明の第12の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの断面図。

【図29】本発明の第13の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの平面図。

【図30】本発明の第13の実施の形態におけるオゾン発生ユニットの断面図。

【図31】従来の沿面放電オゾン発生器を示す平面図。

【図32】図31に示すオゾン発生器の断面構成図。

【図33】従来の無声放電オゾン発生器を示す概念図。

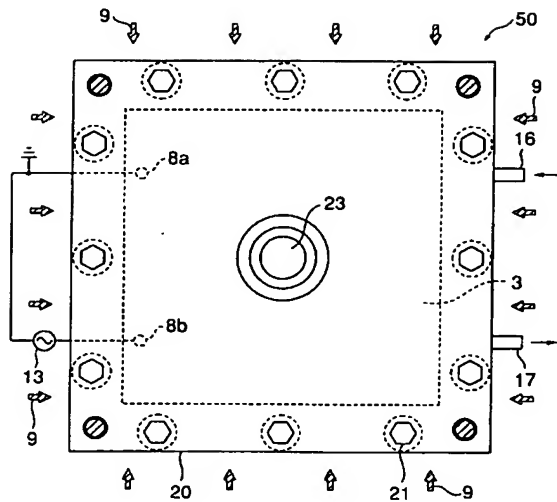
#### 【符号の説明】

- 1 a 線状電極
- 1 b 線状電極
- 1 沿面電極
- 2 誘電体
- 3 電極基板
- 4 間隔片
- 5 ガスガイド
- 6 放電空間
- 7 冷却体
- 8 a 給電部
- 8 b 給電部
- 9 原料ガス
- 10 オゾン
- 14 冷却水室
- 15 冷却水
- 16 冷却水入口ポート
- 17 冷却水出口ポート
- 19 a 弾性体
- 19 b 弾性体
- 20 保持板
- 21 ボルト
- 22 ボルトガイド
- 23 オゾン排出空間
- 24 パッキン
- 25 貫通スタッド
- 26 ナット

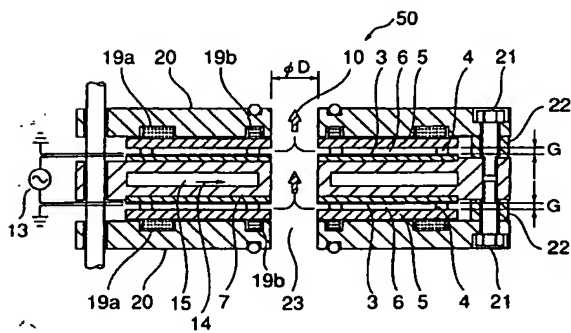
33

- 27 オーリング
- 28 オゾン取出口
- 29 閉止板
- 30 圧力容器
- 33 支柱
- 34 摺動ガイド

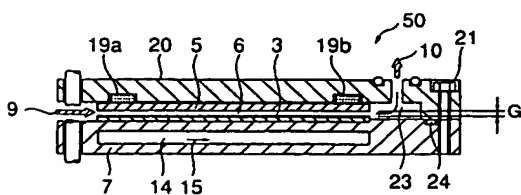
【図 1】



【図 3】



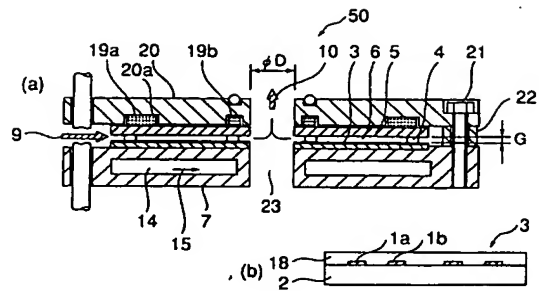
【図 6】



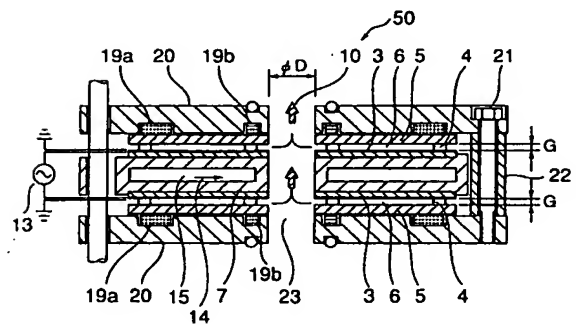
34

- 35 架台
- 36 摺動ガイド
- 37 ベース
- 38 カバー
- 39 補強板
- 40 補強板

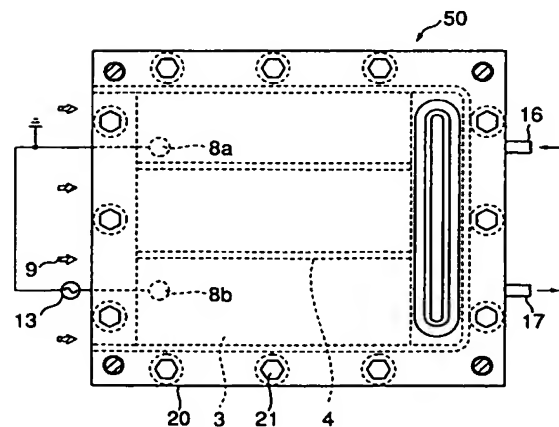
【図 2】



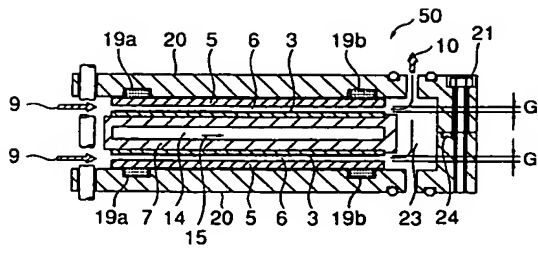
【図 4】



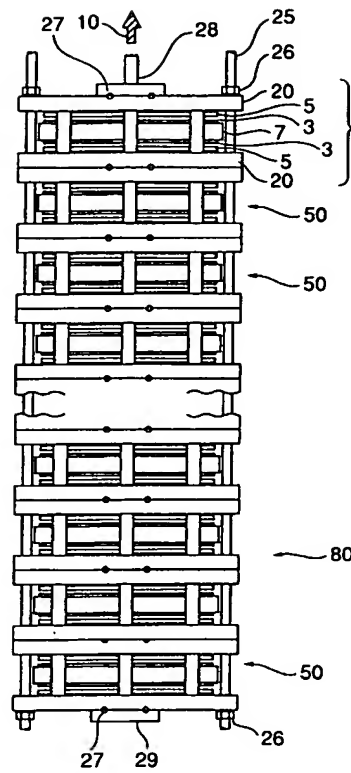
【図 5】



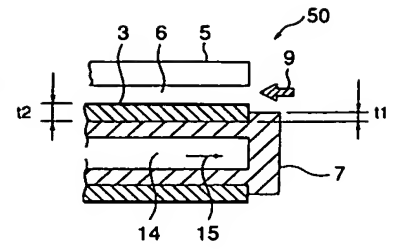
【図 7】



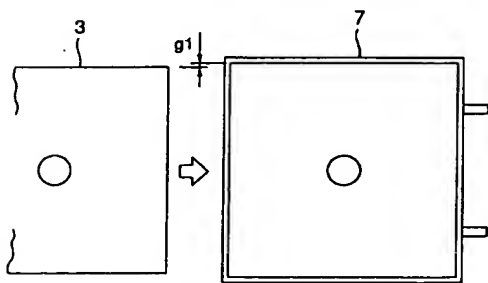
【図 8】



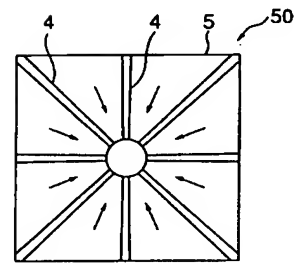
【図 13】



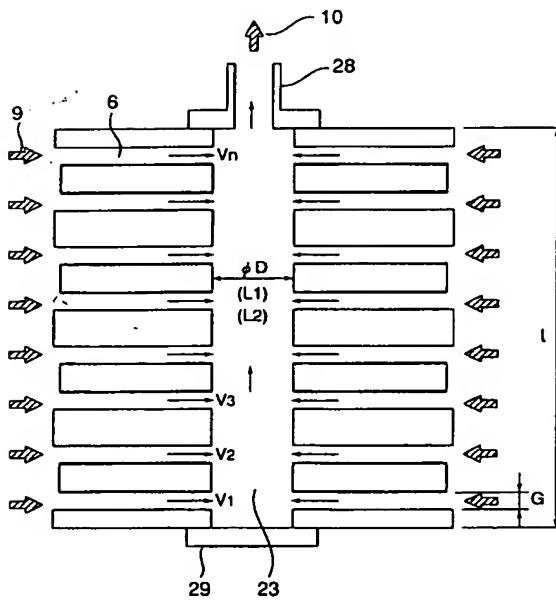
【図 12】



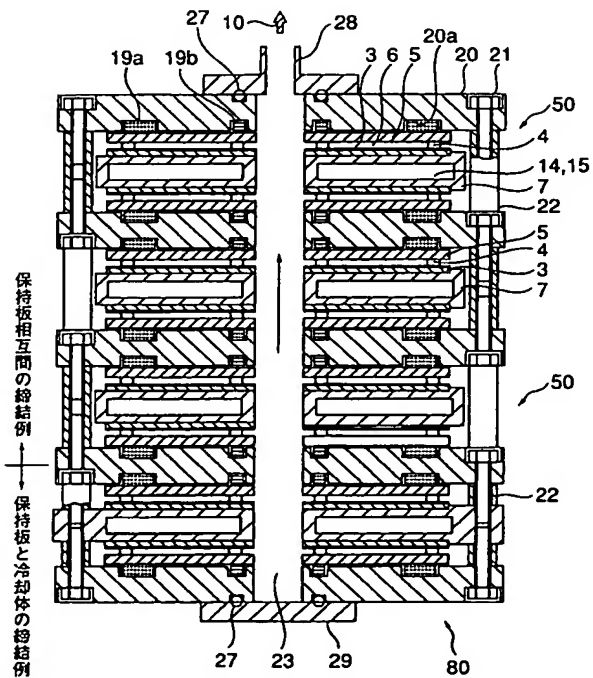
【図 16】



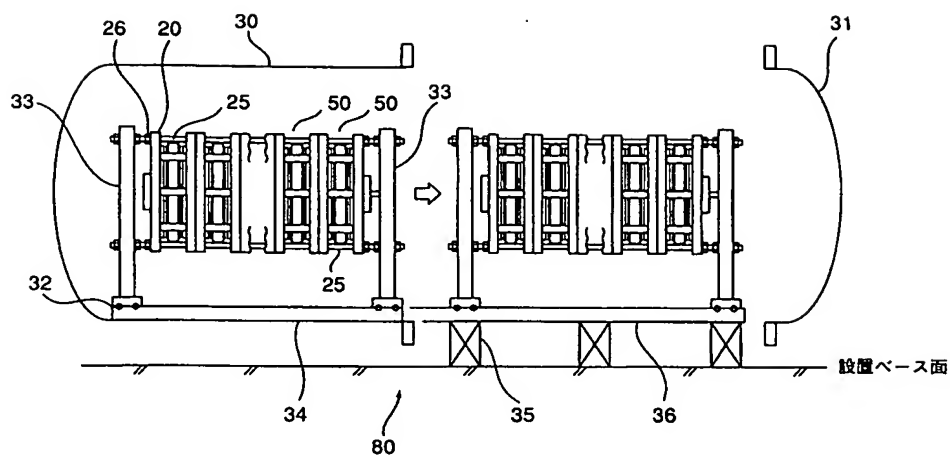
【図 9】



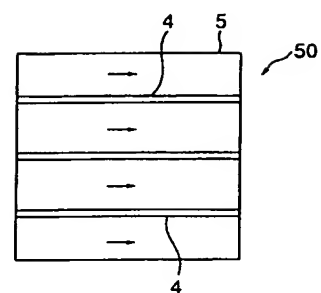
【図 10】



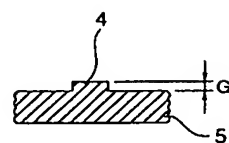
【図 11】



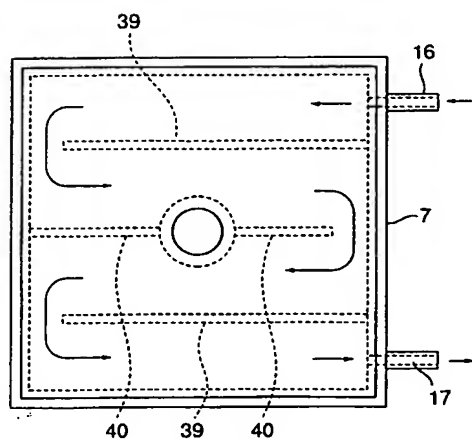
【図 18】



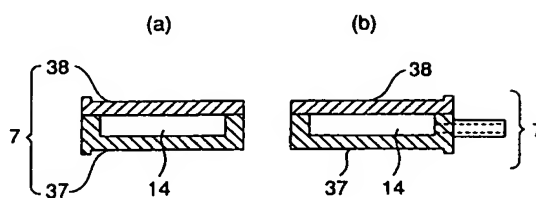
【図 21】



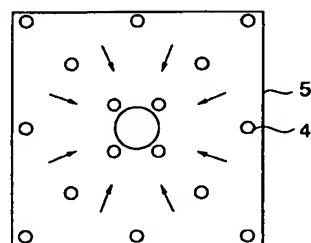
【図 14】



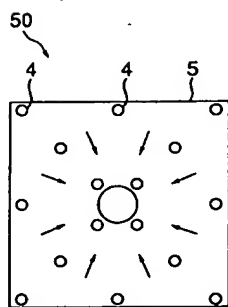
【図 15】



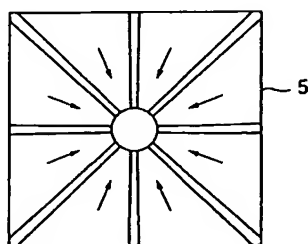
【図 20】



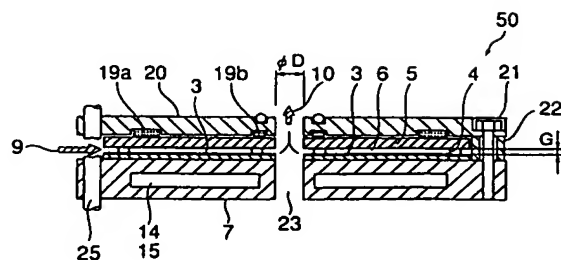
【図 17】



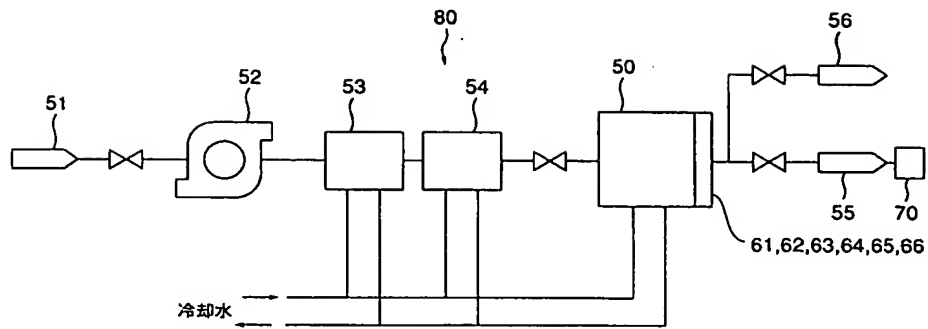
【図 19】



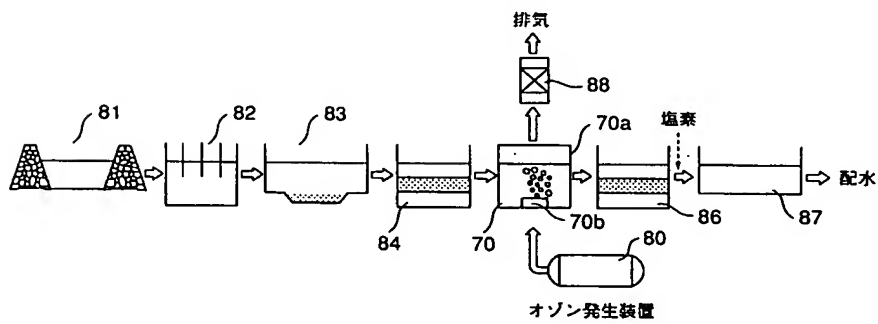
【図 26】



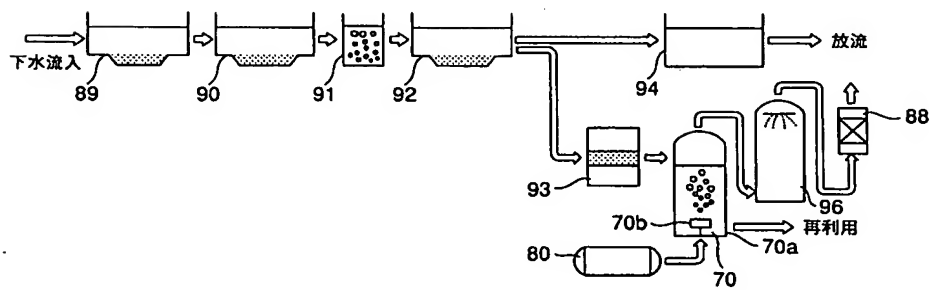
【図 2 2】



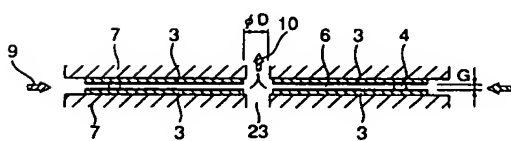
【図 2 3】



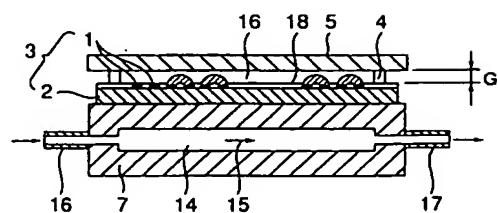
【図 2 4】



【図 3 0】

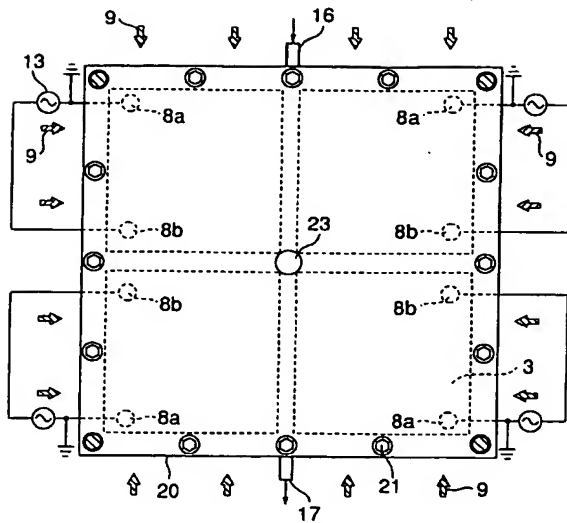


【図 3 2】

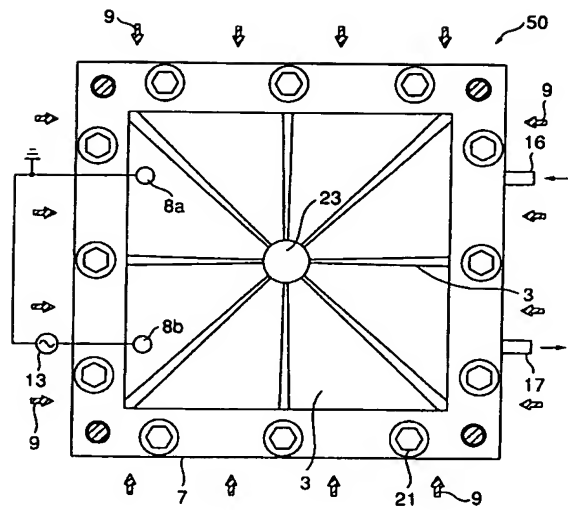




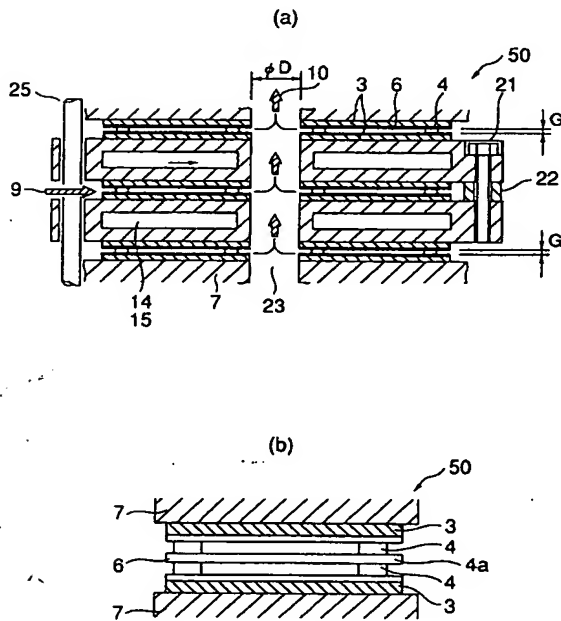
【図 25】



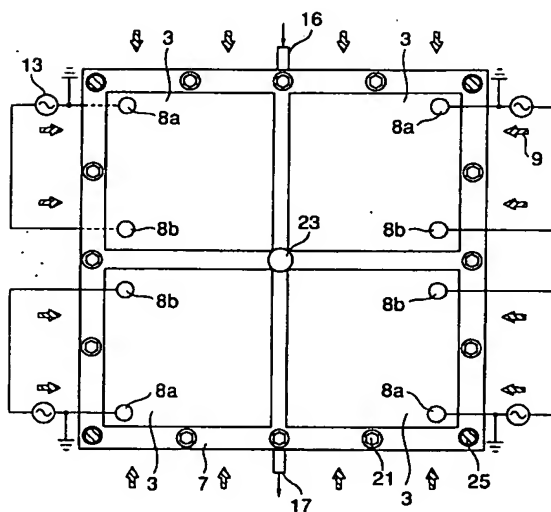
【図 27】



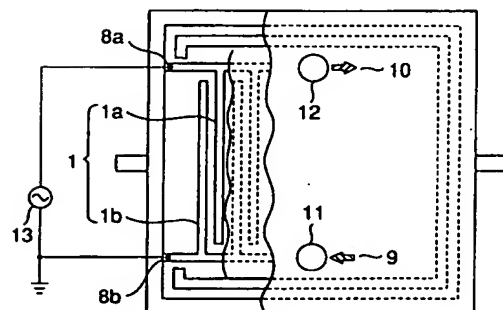
【図 28】



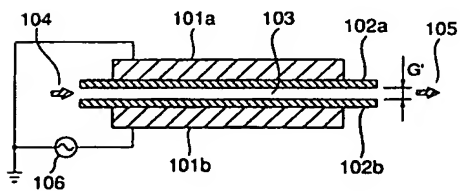
【図 29】



【図 31】



【図 33】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>		識別記号		F I		テーマコード* (参考)
C O 2 F	1/50	5 2 0		C O 2 F	1/50	5 2 0 C
		5 3 1				5 3 1 R
		5 4 0				5 4 0 A
		5 5 0				5 5 0 D
		5 6 0				5 6 0 B
						5 6 0 E
						5 6 0 Z
	1/78	Z A B			1/78	Z A B
	9/00	5 0 2			9/00	5 0 2 D
						5 0 2 E
						5 0 2 H
						5 0 2 P
		5 0 3				5 0 3 A
		5 0 4				5 0 4 B
						5 0 4 E
H O 1 T	23/00			H O 1 T	23/00	
(72) 発明者	川 口 滋			(72) 発明者	山 梨 伊知郎	
	神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株				東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会	
	式会社東芝浜川崎工場内				東芝本社事務所内	
(72) 発明者	小 倉 靖 弘			(72) 発明者	沖 田 裕 二	
	神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株				東京都府中市晴見町 2 丁目 24 番地の 1 東	
	式会社東芝浜川崎工場内				芝エフエーシステムエンジニアリング株式	
(72) 発明者	村 田 隆 昭				会社内	
	神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株			F ターム (参考)	4D024 AA05 AB04 BA02 BC01 CA01	
	式会社東芝浜川崎工場内				DB03 DB05 DB24	
(72) 発明者	稲 葉 道 彦				4D050 AA02 AB03 AB04 AB06 BB02	
	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会				BD04 BD06 CA06 CA09 CA15	
	社東芝本社事務所内				4G035 AA01 AE13	
					4G042 CA01 CB09 CC03 CC04 CC07	
					CC10 CC11 CC13 CC16 CC18	
					CC19 CC21 CE04	